L´exploitation minière dans le sud-ouest de la Gaule entre le second âge du Fer et la période romaine

Le district de l´Arize dans son contexte régional

Emmanuelle Meunier

dan@

L'EXPLOITATION MINIÈRE DANS LE SUD-OUEST DE LA GAULE

Cet ouvrage a été réalisé pour Ausonius Éditions
par la plateforme UN@,
site d'édition universitaire numérique en libre accès.

Retrouvez les chapitres en version html, pdf téléchargeable
et leurs contenus additionnels
sur https://una-editions.fr

Emmanuelle Meunier,

*L'exploitation minière dans le sud-ouest de la Gaule
entre le second âge du Fer et la période romaine.
Le district à cuivre argentifère de l'Arize dans son contexte régional*

Bordeaux, Ausonius éditions, collection DAN@ 10, 2023,
https://una-editions.fr/lexploitation-miniere-dans-le-sud-ouest/
10.46608/10.9782356134974

Dépôt légal : décembre 2023
Ausonius éditions
Université Bordeaux Montaigne
ISSN : 2741-1508

ISBN (HTML) : 978-2-35613-497-4
ISBN (PDF) : 978-2-35613-499-8

Direction de collection : Sophie Krausz (Sophie.Krausz@univ-paris1.fr)
Mises en page papier et numérique : Alice Tanneur
Logo de la collection : Carole Baisson, Ausonius

Ce livre a été imprimé en 50 exemplaires sur les presses du
Pôle Impression de l'Université Bordeaux Montaigne, France,
sous le label de référence Imprim'Vert®.

Il ne peut être vendu. Il est disponible gratuitement sur https://una-editions.fr

L'exploitation minière dans le sud-ouest de la Gaule entre le second âge du Fer et la période romaine

Le district à cuivre argentifère de l'Arize dans son contexte régional

Emmanuelle Meunier

Cette publication a été financée par la DRAC Occitanie, le département de l'Ariège et les donateurs de l'association Archéologie et Matériaux de l'Occident Romain.

- En couverture :

  Première : *Dans les calcaires du massif de l'Arize, les mines de cuivre argentifère.*

  Quatrième : *Filonet de cuivre gris curé à l'outil dans la mine du Goutil Est* (photo : E Meunier).

Sommaire

Remerciements 11

Note aux lecteurs 13

Introduction 15

Le sud-ouest de la Gaule, une région plurielle 15
L'activité minière au cœur d'un système 17
L'archéologie minière, une approche de terrain et pluridisciplinaire 20

PARTIE 1.
Les exploitations minières du sud-ouest de la Gaule

Chapitre 1. Une région marquée par une diversité de ressources 27

Chapitre 2. Le Pays basque 31

Les exploitations de non-ferreux 31
Les exploitations sidérurgiques 38

Chapitre 3. Les Pyrénées centrales 39

Le massif du Montaigu 40
Les Hautes Baronnies 42

Chapitre 4. Les Pyrénées ariégeoises 45

Rivèrenert : plomb-argent et fer 46
La haute vallée du Garbet : polymétallisme et diachronie 48
Lercoul : la sidérurgie 50
L'Assaladou : l'or 50

Chapitre 5. L'extrémité orientale des Pyrénées 55

Les ateliers sidérurgiques 57
Les mines de fer de la commune de Baillestavy 58

Chapitre 6. Les Corbières 61

Les modes opératoires miniers avant l'utilisation de la poudre 63
Mine de La Caunetta 6 : la question du démarrage de l'exploitation 64
Les ateliers de traitement métallurgique 64

Chapitre 7. La Montagne noire 67

La mine des Barrencs 68
La sidérurgie aux Martys 70

Chapitre 8. Le sud-ouest de la Gaule, un panorama varié d'exploitations anciennes 73

PARTIE 2.

Le district à cuivre argentifère du massif de l'Arize

Chapitre 1. Le cadre naturel, conditionnements et potentiels 77

Une géographie de piémont 77
Structure géologique du front nord du massif de l'Arize 80
Minéralisations du front nord du massif de l'Arize 81
Le polymétallisme à l'échelle du massif 81
Le polymétallisme à l'échelle des minéralisations : Ba, Cu, Pb, Ag (Sb, As, Fe, Ni) 84

Chapitre 2. Historique des recherches 87

Les mines avant l'archéologie minière 87
Les premières caractérisations archéologiques de l'exploitation 89
Les campagnes 2014-2017 94

Chapitre 3. Les réseaux anciens bien préservés 97

Mine de Rougé (Esplas-de-Sérou) 97
Description des travaux 98
Les sondages 105
Sondage 1 105
Sondage 2 108
Sondage 3 110
Sondage 4 110
Chronologie et dynamique d'exploitation 112

Mine de La Coustalade (Castelnau-Durban) 119
Description des travaux 121
Les sondages 124

Sondage 1 124
Sondage 2 126
Sondage 3 126
Sondage 4 126
Chronologie et dynamique d'exploitation 129

Mine du Goutil (La Bastide-de-Sérou et Larbont) 135
Le réseau Est 136
Le réseau Ouest 144
Description des travaux 144
Sondage et éléments de chronologie 146
Les données de surface 152

Mine d'Hautech (Larbont) 156
Présentation d'ensemble des travaux 157
Le chantier vertical HAU5 162
Le chantier incliné HAU9 164
Chronologie de l'exploitation sur Hautech 169

Chapitre 4. Les réseaux anciens accessibles sur un petit périmètre 171

Mine des Atiels (La Bastide-de-Sérou et Larbont) 171
Les travaux sans accès au souterrain 171
Le réseau souterrain AT1 174
Sondage et chronologie des travaux 181
Conclusions 182

Mine de La Tuilerie (Larbont) 184
Les ouvrages de surface 184
La portion de réseau ancien TUI2 184
Chronologie des travaux 187

Chapitre 5. Les réseaux anciens inaccessibles 189

Mine de La Calotte (Rimont) 189
Mines de Douach (Rimont) 191
Mine de Lagarde (La Bastide-de-Sérou) 194
Mine du Coffre (Cadarcet) 194
Mine de Moutou (Cadarcet) 196
Mine de Gayet (Cadarcet) 199
Mine de Matet (Saint-Martin-de-Caralp) 199

Chapitre 6. Synthèse des données minières 203

Chapitre 7. Les ateliers métallurgiques 209

L'atelier de Berni (Cadarcet) 210

L'atelier des Atiels – berge du Pézègues (La Bastide-de-Sérou) 216

Chapitre 8. Les habitats 223

IVe et IIIe siècles av. n. è. 223
De la fin du IIe siècle av. n. è. à la période augustéenne 223

PARTIE 3.
L'évolution régionale de l'exploitation minière dans son contexte archéologique et historique

Chapitre 1. Les IVe et IIIe siècles av. n. è. : une période globalement méconnue 229

Des dynamiques régionales endogènes nourries d'influences multiples 229
Culture matérielle et réseaux d'échanges 229
Occupation du territoire et habitat 231
Les premiers monnayages : l'adaptation d'un modèle 232
Une région morcelée 233

Dans les mines, une phase mise en lumière par le radiocarbone 233
Types de chantiers et connaissances géologiques des mineurs 235
Mode d'abattage 236
Soutènement et ouvrages d'assistance 237
Ergonomie des travaux 238
Organisation de l'exploitation 238

En filigrane : éléments de portraits des communautés minières 239

Chapitre 2. Les IIe et Ier siècles av. n. è. : la multiplication des données 243

L'avancée progressive de Rome 243
Le saut quantitatif dans les échanges avec la Méditerranée 243
Une double dynamique indigène et italienne 244
Structure du territoire et entités politiques 246

Une activité minière à réévaluer 246
Chronologie et intensité de l'activité 248
Des techniques peu caractéristiques 252

Mines gauloises, mines romaines : la question du contrôle d'une ressource stratégique 256
Quelques jalons historiques 256
Les cas avérés de prise en main italienne de l'exploitation 259
Les arguments en faveur d'un maintien dans l'orbite gauloise 262
Le cas du district à cuivre argentifère du massif de l'Arize 264

Chapitre 3. Sous l'empire romain : des facettes multiples 267

Conséquences de la domination romaine sur l'exploitation minière 267

L'administration romaine : nouvelles possibilités, nouvelles limites 268
Le dépassement de l'échelle régionale 271

Les mines du Sud-Ouest : des destins divers 272

Le Pays basque : un nouvel essor 272
Hors Pays basque : entre déclin des non ferreux et continuité des productions sidérurgiques 273

Les mines post-augustéennes : des réalités plurielles 275

Techniques mises en œuvre et organisations des exploitations 275
Réflexions sur les chantiers abandonnés 276

Conclusions 279

Annexe 1. Glossaire 283

Annexe 2. Temps géologiques 285

Annexe 3. Descriptions des US 287

Bibliographie 293

Remerciements

La publication de ce livre, issu de ma thèse, n'aurait pas été possible sans la participation de tous ceux qui m'ont accompagnée pendant ce travail de doctorat, au premier rang desquels se trouvent Béatrice Cauuet et Jean-Paul Métailié, qui ont dirigé ces recherches. Je leur dois la découverte de ce territoire de l'Ariège et des pistes pour réussir à le faire parler. Je remercie également Claude Dubois qui a généreusement partagé ses connaissances sur ces mines de l'Arize, dont il avait initié l'étude avec Jean-Emmanuel Guilbaut quelques décennies auparavant. Les commentaires des membres du jury de soutenance, Philippe Barral, Nadine Dieudonné-Glad, Stéphane Mauné, Almudena Orejas et Christian Rico, ont également permis d'approfondir certaines réflexions.

Plusieurs collègues m'ont apporté leurs connaissances et expertises dans des domaines variés : Margot Munoz en métallogénie ; Jean-Marc Fabre pour le travail en souterrain et les discussions sur le contexte historique régional ; Raquel Cunill et Vanessa Py pour l'anthracologie ; Muriel Llubes en géophysique ; Călin Tămaş, Michel Lopez et Emmanuelle Chanvry pour la géologie minière ; François Baleux avec le scanner 3D ; Guillaume Verrier, Thomas Le Dreff, Fabienne Olmer, Laurence Benquet, Christine Dieulafait et Max Luaces pour l'identification du mobilier et Bernard Léchelon pour ses discussions au sujet des mines aveyronnaises. Leurs apports ont enrichi ce travail de synthèse.

Sans pouvoir tous les nommer, je dédie une mention très spéciale à tous ceux qui ont participé aux campagnes de prospection, topographie, relevés de détail, photographies et sondages, avec une pensée toute particulière pour les membres du Spéléo Club de l'Arize. La documentation détaillée des sites du massif de l'Arize est le résultat de ce travail d'équipe.

Je remercie enfin la DRAC Occitanie pour le financement des opérations archéologiques, à travers le SRA de Toulouse, ainsi que le laboratoire TRACES et son équipe METAL qui ont aussi apporté leur soutien financier et logistique à cette recherche.

L'édition du livre a bénéficié du soutien de la DRAC Occitanie, du Conseil Départemental de l'Ariège et des donateurs de l'association Archéologie et Matériaux de l'Occident Romain, à qui je tiens à exprimer toute ma reconnaissance.

Ce livre est aussi l'occasion de restituer aux habitants des communes sur lesquelles s'est déroulée la recherche, qui ont montré leur curiosité et intérêt pour ces travaux, les informations concernant l'histoire de leur territoire.

Note aux lecteurs

Ce livre est une version remaniée de ma thèse de doctorat, soutenue en 2018 à l'université de Toulouse 2 Jean Jaurès, sous la direction de Jean-Paul Métailié et Béatrice Cauuet. La version présentée pour la soutenance est accessible librement en ligne sur l'archive ouverte HAL à l'adresse suivante : https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03092000. Pour ce livre, le choix a été fait de centrer le propos sur les données concernant les mines régionales, organisées en trois parties : synthèse des recherches effectuées dans les différents secteurs régionaux, présentation détaillée du district à cuivre argentifère de l'Arize et discussion générale sur les contextes archéologiques et historiques dans lesquels s'inscrivent ces exploitations.

Les présentations générales sur le fonctionnement des mines, l'historiographie de l'archéologie minière et les méthodologies appliquées dans ce travail de doctorat ont été résumées drastiquement et intégrées à l'introduction. Le lecteur qui souhaiterait approfondir ces questions peut se référer à la version originale de la thèse.

Dans l'ensemble du document, les illustrations sont de l'auteure, sauf mention contraire. Les participants aux relevés de terrain sont mentionnés sur les figures correspondantes.

Les mots suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire en annexe 1. Les vidéos sont disponibles en ligne.

Introduction

L'exploitation des ressources minières, une activité aux implications multiples, apparaît comme un dénominateur commun du sud-ouest de la Gaule, entendu ici comme l'espace qui s'étend entre l'océan Atlantique, le versant nord des Pyrénées, la côte méditerranéenne languedocienne et l'axe Aude-Garonne, incluant la Montagne noire qui le borde (**fig. 1**). Cette activité est en effet pratiquée dans tous les massifs montagneux de la région, mais aussi tout au long de la chronologie prise en compte ici, qui couvre le second âge du Fer et la période romaine. Dans ce contexte, la reprise de l'étude du district à cuivre argentifère du massif de l'Arize (Ariège), intégrant les évolutions méthodologiques récentes de la discipline, vient compléter le panorama général et contribue à identifier des tendances communes à plusieurs secteurs miniers. À l'échelle régionale, l'identification de points communs ou de variations dans les pratiques minières et métallurgiques, sur la durée considérée, viendra nourrir des réflexions concernant les relations entre cette production de matières premières métalliques et le contexte archéologique et historique dans lequel elle s'insère.

Le sud-ouest de la Gaule, une région plurielle

Le sud-ouest de la Gaule est une région vaste aux profils variés, autant culturellement que géographiquement. Grandes vallées fluviales, aires littorales ou régions de montagne marquent des espaces aux potentiels distincts, habités par différents groupes et traversés par des courants d'échanges de direction et d'ampleur diverses. Cette variété culturelle est visible dès la fin de l'âge du Bronze. Elle transparaît par exemple dans les traditions funéraires connues jusqu'au premier âge du Fer (Adroit 2020), dans les pratiques de dépôt de mobilier métallique du Launacien (Guilaine *et al.* 2017, 349-351) ou encore, plus tardivement, dans les premiers monnayages en circulation (Bats 2011, 106-108 ; Hiriart *et al.* 2020). Plus spécifiquement au second âge du Fer, le Sud-Ouest est une région qui est aussi définie par contraste avec la Gaule intérieure (Fichtl 2012, 17-18 et 165-166), distinction accentuée par des héritages historiographiques

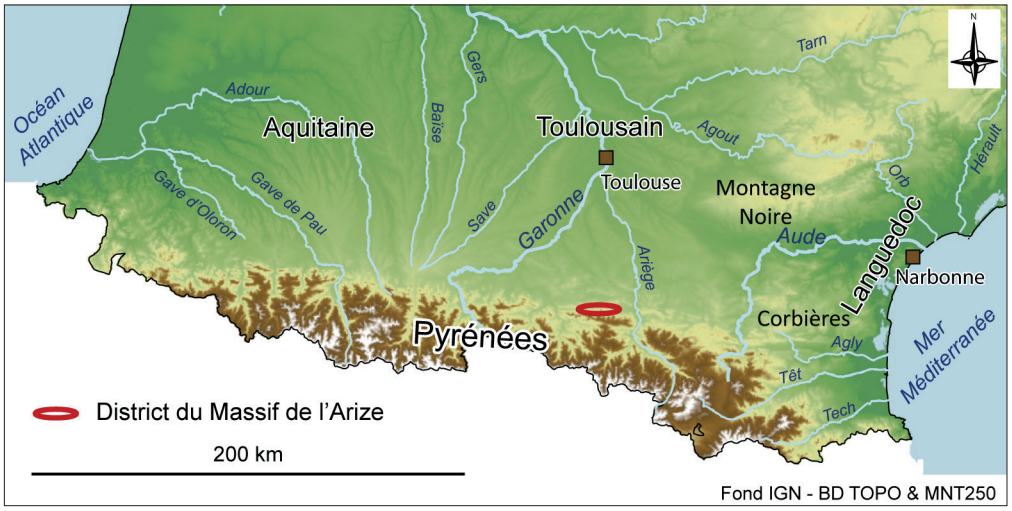


Fig. 1. Extension de la zone d'étude. *E. Meunier 2018*

(Colin & Verdin 2013, 235 ; Gardes 2017, 191). Le morcellement interne de cette grande région est toujours marqué pour cette période (Fichtl 2006, 51-52). Le fait que Strabon, dans sa description de la Gaule, indique la différence ethnique entre Aquitains et Celtes souligne cette hétérogénéité (Strab. IV.1.1 et IV.2.1). La diversité interne sera peu à peu atténuée par la mainmise de plus en plus forte des Romains sur ce territoire, qui commence avec l'intégration de la moitié orientale de cet espace à la province de Narbonnaise, dans le dernier quart du IIe siècle av. n. è. Après la conquête césarienne, mais surtout suite aux réformes augustéennes, le Sud-Ouest est désormais totalement absorbé dans l'orbite de Rome et soumis aux obligations de l'Empire. Les spécificités culturelles aquitaines retrouveront plus tardivement un moyen d'expression, sur le plan administratif, avec la création de la Novempopulanie dans le cadre des réorganisations de l'Empire sous Dioclétien (Bost & Fabre 1988).

Dans cette région, on peut distinguer six secteurs miniers qui sont, d'ouest en est, le Pays basque, les Pyrénées centrales, les Pyrénées ariégeoises, les Pyrénées orientales, les Corbières et la Montagne noire (**fig. 2**). Ce découpage, qui reflète avant tout les secteurs où des recherches ont été menées sur le terrain, servira de trame pour la présentation des sites miniers de la première partie. Un nouveau programme de recherche est en cours dans la haute vallée de la Garonne, sous la direction de J.-M. Fabre, comblant un secteur où la recherche est lacunaire. Cependant, les résultats obtenus pour le moment se rapportent à l'âge du Bronze et à la période médiévale ; ils n'ont donc pas été intégrés ici. Dans l'ensemble, l'avancée des recherches est inégale, avec des sites connus seulement par des prospections de surface et d'autres qui ont fait l'objet de sondages et de datations absolues. La présentation des données permettra de mettre en évidence les aspects sur lesquels des comparaisons peuvent être faites.

Le choix de cet espace d'étude donnera l'occasion d'interroger les relations entre les exploitations minières et l'évolution historique de la région. Entre le IVe siècle av. n. è. et la fin de l'Empire romain, les situations ont beaucoup changé. Les types d'organisations politiques restituées sur cette période vont de la chefferie plus ou moins complexe à un véritable état. Les territoires concernés recouvrent de l'ordre du petit millier de km² à des espaces s'étendant sur plusieurs milliers de kilomètres dans différentes directions (Brun 2007, 383). Dans des contextes si divers, l'organisation de l'exploitation des ressources naturelles, et minières en particulier, n'a pas pu être uniforme. Les données sont là aussi inégales selon que l'on se situe dans les phases d'activité les plus anciennes, pour lesquelles seule l'archéologie fournit des informations, ou dans des phases plus récentes, pour lesquelles les sources classiques voire l'épigraphie peuvent apporter des éléments de réponse.

La prise de contrôle progressive de Rome sur les territoires gaulois, dès le dernier quart du IIe siècle av. n. è. sur la côte languedocienne, après la conquête césarienne pour les territoires à l'ouest de la Garonne, donnera l'occasion de réfléchir aux modalités selon lesquelles l'exploitation minière est intégrée au cadre romain. Pour cela, la caractérisation archéologique aussi précise que possible des exploitations antérieures et postérieures à la conquête romaine sera prise en compte. Une attention particulière sera apportée en ce sens aux techniques employées, qui sont révélatrices d'une certaine organisation de l'exploitation. Des variations ou au contraire les continuités observées contribueront à estimer l'impact de la prise en main romaine sur cette production et l'importance des travaux initiés en contexte d'indépendance gauloise.

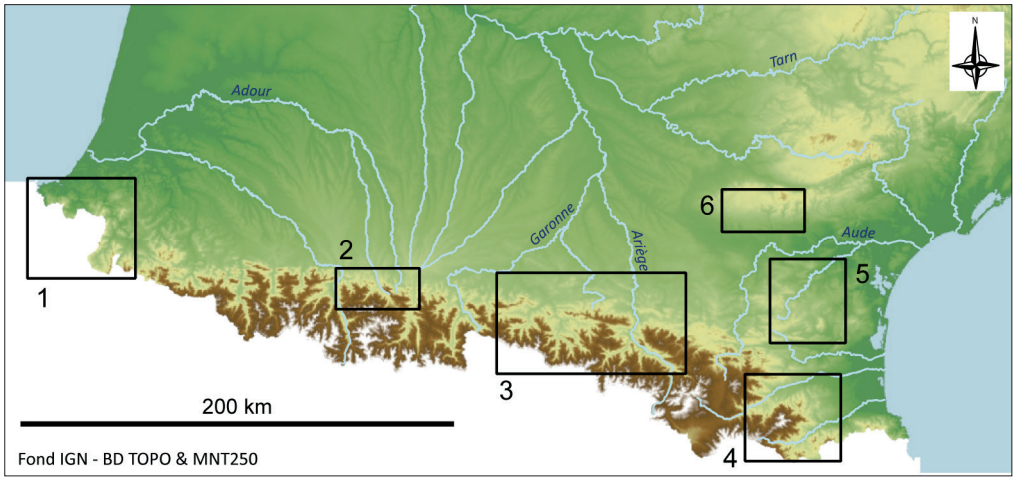


Fig. 2. Localisation des secteurs miniers du sud-ouest de la Gaule. **1.** Pays basque ; **2.**Pyrénées centrales ; **3.** Pyrénées ariégeoises ; **4.** Pyrénées orientales ; **5.** Corbières ; **6.** Montagne noire. *E. Meunier 2018*

L'activité minière au cœur d'un système

L'activité minière est ici entendue comme l'ensemble des étapes depuis l'extraction du minerai jusqu'à la production de métal brut, soit de la mine à l'atelier de métallurgie primaire. Cela inclut également l'étape de préparation et concentration du minerai, la minéralurgie. Ces étapes sont bien connues et ont fait l'objet de nombreuses présentations globales (par exemple : Davies 1935 ; Healy 1978 ; Tylecote 1979 ; Shepherd 1993 ; García Romero 2007 ; Domergue 2008) ou à travers des études de cas ciblées sur un métal (entre autres : Cauuet 2001a pour l'or ; Blas Cortina 2014 pour le cuivre ; Mangin 2004 pour le fer). Plusieurs chaînes opératoires ont ainsi été définies, dont on peut regrouper les étapes en fonction de leur spécificité par métal ou de leur application commune à plusieurs métaux (**fig. 3**).

La prospection minière est le point de départ commun, qui permet de localiser les gîtes. Les modes d'exploitations varient ensuite en fonction du type de gisement : primaire, en roche, ou secondaire, en alluvions. Le premier type concerne tous les métaux, le second uniquement l'or et l'étain. Le type d'encaissant et la morphologie de la minéralisation vont déterminer la façon d'attaquer les gisements, indépendamment de la nature des minerais présents. Les mines peuvent ainsi être comparées entre elles même si le métal recherché n'est pas le même. Le produit de l'exploitation minière est constitué par un minerai ou un métal natif (or, plus rarement cuivre ou argent), associé à du stérile, qui lui est solidaire en contexte primaire et avec lequel il est simplement mélangé en contexte secondaire. La minéralurgie va consister à éliminer un maximum de ces stériles, par un concassage et tri manuel, par grillage ou encore en utilisant un courant d'eau maîtrisé pour évacuer les stériles légers. Les procédés varient alors en fonction de la nature de la roche encaissante et de la gangue*.

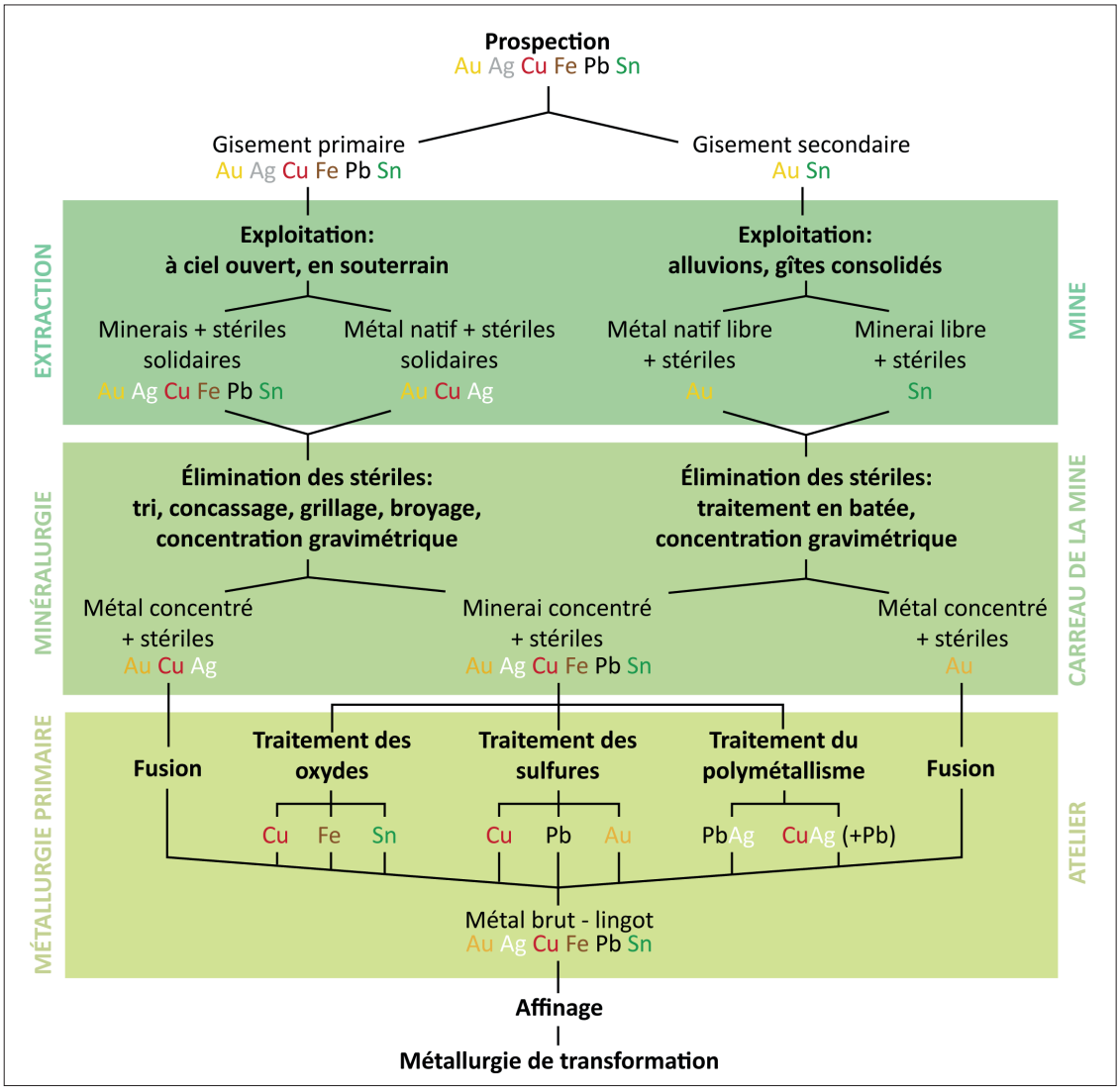


Fig. 3. Les principales étapes de la mine au métal selon leur spécificité par substance. *E. Meunier 2022*

Enfin, la métallurgie primaire permet d'obtenir un métal brut utilisable pour fabriquer des objets. Cette étape est plurielle car chaque substance à traiter aura sa propre chaîne opératoire. Nous pouvons tout de même les regrouper en fonction de la nature de la substance à traiter :

- Les particules de métaux natifs sont agglomérées et affinées ;
- Les oxydes subissent une réduction, qui élimine l'oxygène par l'apport en carbone des charbons ;
- Pour les sulfures, on oxyde d'abord le minerai pour éliminer le soufre puis il est réduit pour produire le métal ;
- Les minerais polymétalliques font l'objet de traitements plus complexes pour séparer les différents métaux présents.
- À l'issue de ces opérations, le métal obtenu est mis en forme de lingot[1] et diffusé pour la fabrication d'objets, parfois à très longue distance.

Le traitement minéralurgique se déroule en général à proximité de la mine. La métallurgie primaire peut être mise en œuvre à proximité ou plus loin. Par contre, les ateliers de métallurgie de transformation se trouvent rarement dans l'environnement immédiat des mines. Ils peuvent se situer dans des habitats proches ou à plus longue distance, faisant intervenir une étape de transport dans le cadre de circuits économiques variés, et donc une rupture spatiale dans la chaîne opératoire qui va jusqu'à l'objet.

Au-delà de ces éléments concernant les chaînes opératoires, il faut garder à l'esprit que la mine, qui ne permet pas d'alimenter directement ses travailleurs, ne fonctionne jamais seule (**fig. 4**, cercle central). Une exploitation minière est ainsi un complexe au cœur duquel se trouve bien évidemment la mine elle-même, mais toujours accompagnée d'un atelier et d'un habitat, insérée dans des réseaux d'échanges et donc, au final, ancrée dans un territoire (Stöllner 2003). C'est aussi une activité dont la pratique présente des implications dans trois grands domaines : environnemental, socio-économique et technique. Dans le domaine de l'environnement, on rassemble les caractéristiques géologiques du gisement et celles de son contexte géographique. Les aspects socio-économiques ont trait à l'organisation de la société et à ses choix en matière de stratégies de subsistance, ainsi qu'à la gestion de la diffusion du métal. Enfin, le domaine technique concerne tous les aspects pratiques de l'exploitation minière. Si l'on veut comprendre l'activité dans sa globalité, il faut prendre en compte tous ces aspects, qui varient dans le temps. Il faudrait également y ajouter la dimension culturelle, qui englobe l'ensemble, et qui peut influencer la façon de travailler, par exemple en définissant qui participe à l'exploitation (hommes, femmes, enfants) et de quelle manière, ou encore imposer des limites dans les investissements acceptables pour démarrer l'activité (Stöllner 2015b, 69). Ces éléments culturels demeurent majoritairement inaccessibles à l'archéologie, mais ont compté pour les populations impliquées dans l'exploitation.

Les facteurs environnementaux, socio-économiques et techniques correspondent à l'une des trois conditions minimales indispensables au démarrage de l'activité, qui ne peuvent se mettre en place que l'une après l'autre (**fig. 4**, au centre). Si les conditions géologiques ne sont pas réunies, aucun gisement n'est disponible. S'il n'y a pas de demande, le gisement ne sera pas considéré comme une ressource. Enfin, si la technique ne permet pas d'extraire le minerai puis de le transformer en métal, la ressource ne sera pas exploitée. Ces trois critères doivent être validés pour le démarrage de l'activité et se maintenir au fil de l'exploitation. Ils peuvent également influer les uns sur les autres. À partir du moment où la minéralisation existe, cela peut pousser à lui trouver une utilité et à développer des techniques adaptées. Chercher à satisfaire la demande pourra déboucher sur la recherche de nouveaux gisements et sur l'amélioration des techniques. L'expertise développée dans le domaine technique pourra rendre disponibles de nouvelles ressources.

Une fois l'exploitation lancée, on peut distinguer dans chaque grand domaine les déterminismes qui s'appliquent à l'exploitation et les conséquences induites par son développement (**fig. 4**, extérieur). Les facteurs qui influencent la mise en œuvre de l'activité sont nombreux[2]. Chacun des éléments peut être favorable ou défavorable et ils se pondèrent mutuellement. On peut considérer que chaque facteur représente une force qui va faire avancer ou freiner l'exploitation, légèrement ou plus fortement. En réaction, les trois domaines intègrent des impacts, positifs ou négatifs, issus de l'activité minière. Ces impacts peuvent à leur tour influencer les paramètres qui pèsent sur l'exploitation. L'équilibre entre tous ces facteurs est fragile et valable à une période donnée. Des changements dans l'un des domaines vont avoir des répercussions sur l'ensemble du système, qui impliqueront des adaptations, ou l'arrêt des exploitations. C'est particulièrement vrai en ce qui concerne la rentabilité du processus (**fig. 5**). Des perturbations dans les mécanismes d'obtention des bénéfices, suite à des problèmes pour diffuser le métal, pourront être rédhibitoires. Le maintien

1 Le terme de lingot est utilisé ici pour désigner une masse de métal brut, sans préjuger du respect d'une métrologie quelconque.

2 Pour une présentation détaillée et une discussion de ces aspects, se reporter au point I du chapitre 1 de la version originale de la thèse (Meunier 2018, 12-76).

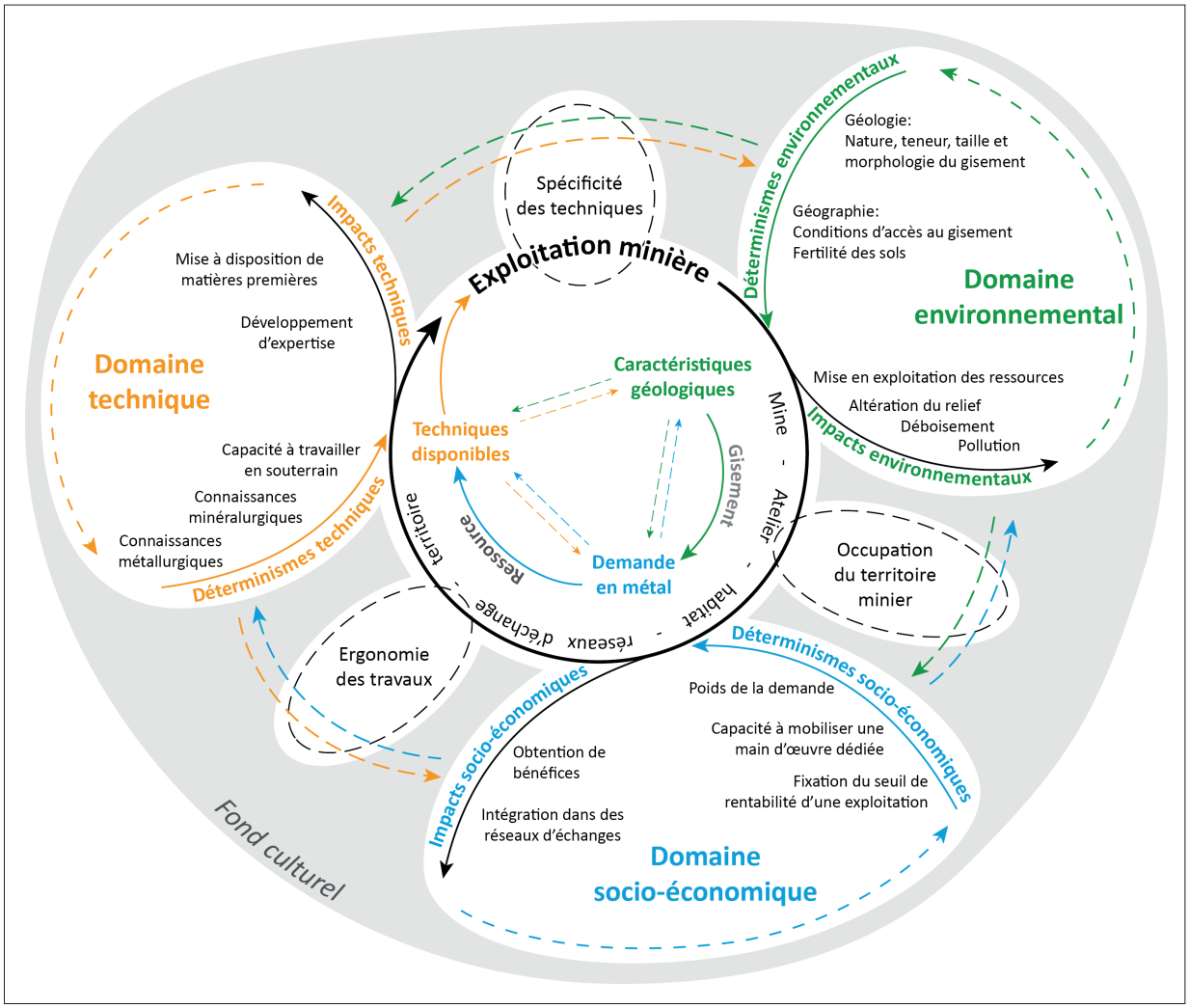


Fig. 4. Modélisation de l'activité minière. Au centre, les prérequis au démarrage de l'exploitation. Autour, les déterminismes et impacts dans les domaines environnemental, socio-économique et technique, le tout étant en relation permanente avec le fond culturel du groupe concerné. *E. Meunier 2018*

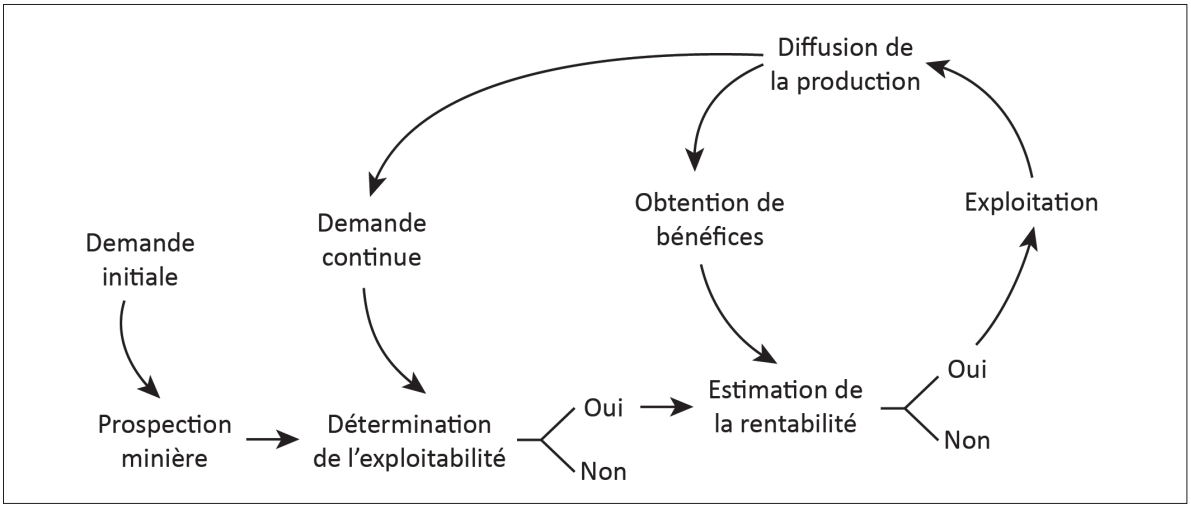


Fig. 5. Cycle de validation du maintien d'une exploitation minière. *E. Meunier 2018*

de la demande est également indispensable pour justifier la continuité de l'activité.

Trois aspects liés à l'exploitation minière se trouvent aux interfaces entre les différents domaines, témoignant de leurs interactions mutuelles (**fig. 4**, extérieur). La spécificité des techniques mises en œuvre dépend du contexte naturel particulier à chaque mine. Par exemple, la nature du minerai impose des procédés minéralurgiques et métallurgiques précis et adaptés. L'organisation socio-économique d'un groupe et les caractéristiques environnementales des chantiers miniers vont être à l'origine du schéma d'occupation du territoire adopté dans un district ou un autre (temporaire, permanent, regroupé, dispersé). Enfin, l'agencement observable au sein des travaux miniers est un compromis entre les nécessités techniques et les exigences économiques. Ainsi, lorsque les galeries sont suffisamment hautes pour y circuler debout et se croiser, grâce à un surcreusement du stérile, on peut en déduire que l'efficacité gagnée dans le transport du minerai a été jugée plus avantageuse que l'économie au moment du creusement.

L'étude archéologique de ces sites et leur caractérisation aussi précise que possible permettra ainsi de faire des propositions concernant les conditions dans lesquelles les exploitations ont pu se développer, en particulier dans le domaine socio-économique.

L'archéologie minière, une approche de terrain et pluridisciplinaire

Des bilans historiographiques concernant les recherches archéologiques minières et métallurgiques ont été dressés par de nombreux chercheurs (par exemple : Pailler 1982 ; Bailly-Maître 1997 ; Orejas *et al.* 1999 ; Domergue & Leroy 2000 ; Cauuet 2005 ; Fabre & Coustures 2005 ; Rico 2005 ; O'Brien 2015, 16-26). Nous insisterons ici surtout sur les développements récents de la discipline et la façon dont ses dernières évolutions ont été prises en compte dans ce travail. Il faut toutefois rappeler que l'étude des mines anciennes est restée pendant longtemps l'apanage des géologues et des ingénieurs miniers, seuls confrontés au terrain, qui transmettaient les informations, avec plus ou moins de précision, sur les vieux travaux qu'ils recoupaient lors des reprises contemporaines (Domergue 2008, 41 ; Arboledas Martínez *et al.* 2011, 212 ; O'Brien 2015, 17). Certaines découvertes exceptionnelles, comme des roues d'exhaure* romaines en bois ou les tables en bronze de *Vispasca* et leur fragment de code minier (De Launay 1889 ; Domergue 1983 ; Domergue & Bordes 2004 ; Manzano Beltrán & Ojeda Calvo 2006), ont attiré l'attention des lettrés sur le monde de la mine, donnant pour plusieurs décennies un poids certain aux sources classiques dans l'étude de ces sites. Cela se retrouve en particulier dans les traditions historiographiques hispanique et française dans lesquelles les mines de la période romaine ont connu un vif intérêt.

À partir des années 1970, l'archéologie minière commence à prendre son véritable essor, avec un développement progressif des prospections et sondages pour compléter les inventaires de géologues (par exemple : Ramin 1977 ; Healy 1978 ; Domergue 1986 ; Blázquez Martínez 1991). Dans ce contexte, on assiste en France à la naissance, dès 1978, du premier laboratoire de recherche CNRS – Université, spécialisé dans l'étude des mines anciennes (Archéologie Minière et Métallurgique de l'Occident Romain – URA 997 du CNRS) à Toulouse. D'autre part, la Société Française d'Étude des Mines et de la Métallurgie (SAFEMM)[3], toujours active, est créée en 1982. Cette prise en main par les archéologues des terrains miniers a conduit à une véritable démarche de datation des travaux, avec des sondages dans les chantiers, qui permet de leur attribuer leur chronologie réelle et de mieux restituer l'histoire des techniques employées.

La collaboration avec les géologues a toujours été une réalité dans l'étude des mines, permettant une meilleure compréhension des travaux (par exemple : Hérail & Pérez García 1989 ; Domergue & Hérail 1999 ; Cauuet & Tămaş 2012 ; Williams 2014 ; Fabre *et al.* 2017 ; Fernández-Lozano *et al.* 2019). Rapidement, les approches archéométriques pour caractériser les matériaux exploités et les productions métallurgiques ont aussi été développées. La restitution des chaînes opératoires métallurgiques et les recherches sur la provenance des métaux sont au cœur de ces démarches (notamment : Domergue & Leroy 2000 ; Baron *et al.* 2010 ; Béziat *et al.* 2016 ; Milot *et al.* 2016 ; Brügmann *et al.* 2017 ; Nessel *et al.* 2019 ; Baron *et al.* 2019). Les sciences de l'environnement sont aussi sollicitées pour compléter les études sur les sites miniers et métallurgiques. Il peut s'agir de xylologues lorsque des éléments en bois sont préservés dans certains chantiers qui étaient noyés ou d'anthracologues pour étudier les charbons utilisés pour la métallurgie ou lors de l'abattage au feu en contexte de roche très dure (Cauuet 1997 ; Py-Saragaglia *et al.* 2017). L'étude des pollutions engendrées par les mines a aussi donné lieu à des travaux spécifiques (à titre d'exemple : Hong *et al.* 1994 ; Camarero *et al.* 1998 ; Mighall & Timberlake 2010 ; García-Alix *et al.* 2013 ; Küttner *et al.* 2014). D'autres collaborations sont aussi mises en place avec des archéologues non spécialistes des mines pour aborder le territoire dans son ensemble. Cette approche a été adoptée fréquemment en

3 http://safemm.hypotheses.org/

péninsule Ibérique, dans le cadre de l'archéologie du paysage, qui définit ce dernier comme le résultat des activités humaines qui s'y sont superposées dans le temps (entre autres : Orejas 1995 ; Sánchez-Palencia *et al.* 2006 ; Rafel *et al.* 2008 ; Contreras Cortés *et al.* 2010 ; Martins 2014 ; Arboledas Martínez *et al.* 2018 ; Rafel Fontanals *et al.* 2019). Cette pluridisciplinarité est indispensable pour comprendre les exploitations minières dans leur globalité (**fig. 6**).

Si l'on se recentre sur la spécificité des mines, des méthodologies ont été définies pour s'adapter au milieu souterrain et en particulier aux besoins de documenter l'espace en trois dimensions. Ces méthodes ont été utilisées dans le cadre du travail de terrain réalisé dans le massif de l'Arize. Les relevés topographiques sont fondamentaux pour comprendre l'organisation des chantiers et identifier les secteurs qui correspondent à des reprises d'activité (par exemple élargissements ou percement de soles*). Deux niveaux de détail d'enregistrement sont utilisés. Le premier, qui permet d'avoir une vision d'ensemble du réseau, consiste à relever un simple cheminement à travers l'espace accessible, comme cela se pratique pour les cavités spéléologiques (Ancel 1997). L'orientation par rapport au nord, la longueur et l'inclinaison des segments du cheminement sont enregistrées puis reportées dans un logiciel de topographie spécifique, ici Visual Topo[4], qui calcule les coordonnées de chaque point. Les représentations sont simples, mais elles permettent de connaître l'extension du réseau et son développement vertical, en offrant une visualisation en plan, coupe développée ou projection 3D (**fig. 7**).

Pour les relevés plus précis, on place des axes à l'intérieur du réseau qui servent de base aux plans, coupes et sections. Ces axes sont installés de préférence à l'horizontale, mais des verticales sont parfois nécessaires pour relier différents étages de travaux. Dans le massif de l'Arize, l'inclinaison prononcée de nombreux chantiers, suivant celle des filons, a souvent nécessité l'implantation d'axes obliques et l'adaptation des techniques de dessin (**fig. 8**).

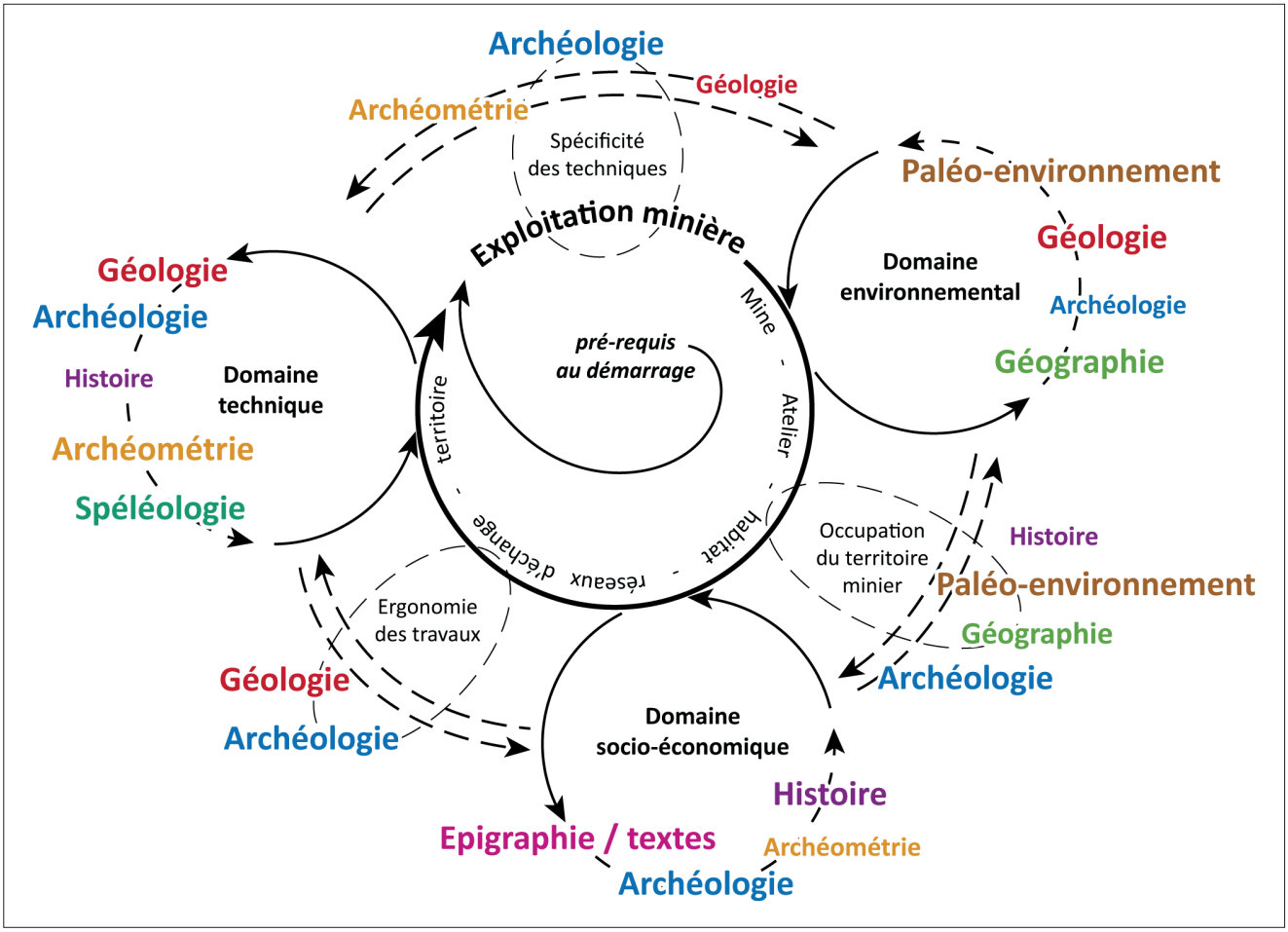


Fig. 6. Les apports des différentes disciplines à l'étude des exploitations minières anciennes. *E. Meunier 2018*

4 Ce logiciel libre est développé par Éric David et disponible en ligne : http://vtopo.free.fr/vtopo.htm [consulté le 15/06/2022].

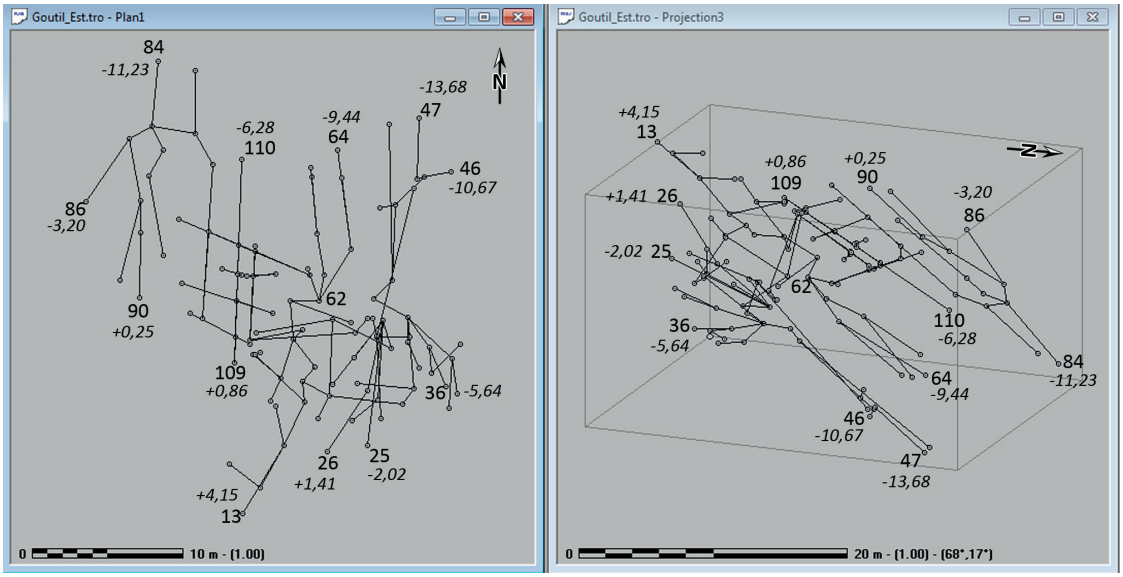


Fig. 7. Plan et projection du cheminement du réseau du Goutil Est (Arize), obtenus grâce à Visual Topo. *E. Meunier 2018*

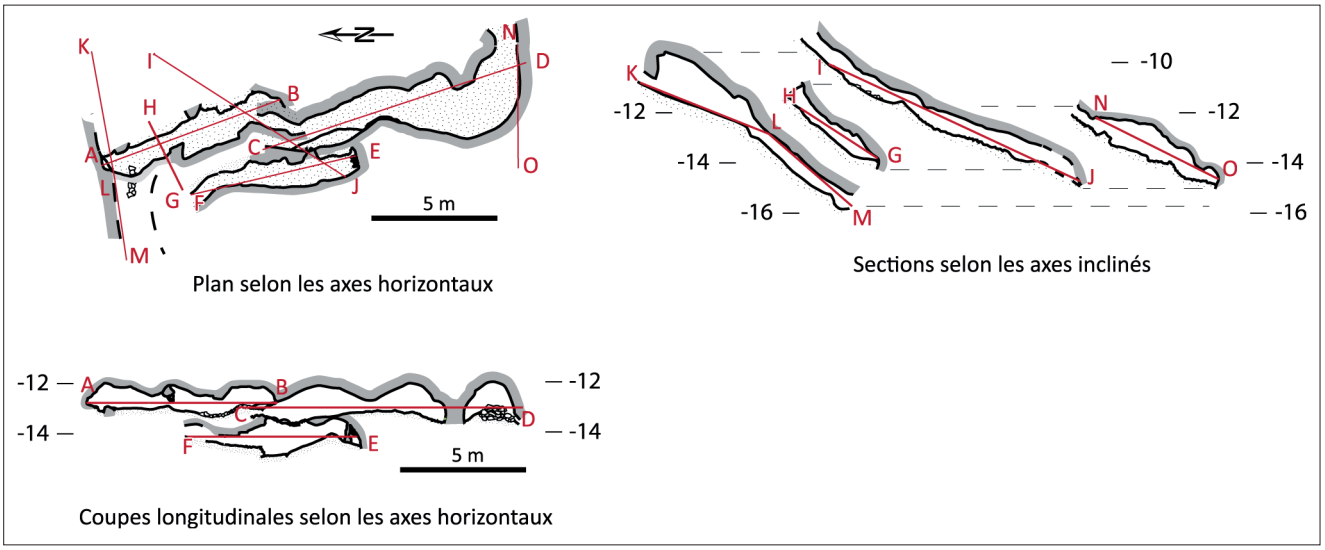


Fig. 8. Mine de Rougé. Plans et coupes longitudinales sur axes horizontaux et sections sur axes inclinés. *E. Meunier 2018*

Toutes ces procédures permettent d'enregistrer les formes et dimensions des réseaux, dont on peut présenter une vue d'ensemble aussi bien que des plans, coupes et sections de détail. Pour tenter de mieux restituer le volume des travaux, les plans et coupes réalisés en 2D ont été replacés dans l'espace en 3D à l'aide de l'ancienne version libre du logiciel Drafsight[5] (**fig. 9**), pour les mines de Rougé, Les Atiels et Hautech 9. Des vidéos faisant tourner ces modèles sur eux-mêmes ont pu être éditées pour faciliter la visualisation. Elles seront présentées avec les sites correspondant dans la partie 2. Ce système est intéressant pour faciliter la présentation des relevés, mais d'autres solutions logicielles doivent être trouvées depuis l'arrêt de la licence libre de Draftsight, qui avait l'avantage d'une prise en main plutôt simple.

Des tests d'utilisation de scanner 3D et de photogrammétrie ont été réalisés dans des petits secteurs des réseaux du Goutil, pour l'enregistrement de chantiers aux formes particulièrement complexes. Pour l'utilisation

5 Le logiciel Draftsight, édité par Dassault Systemes (https://www.3ds.com/fr/produits-et-services/draftsight-cad-software/), est malheureusement devenu payant.

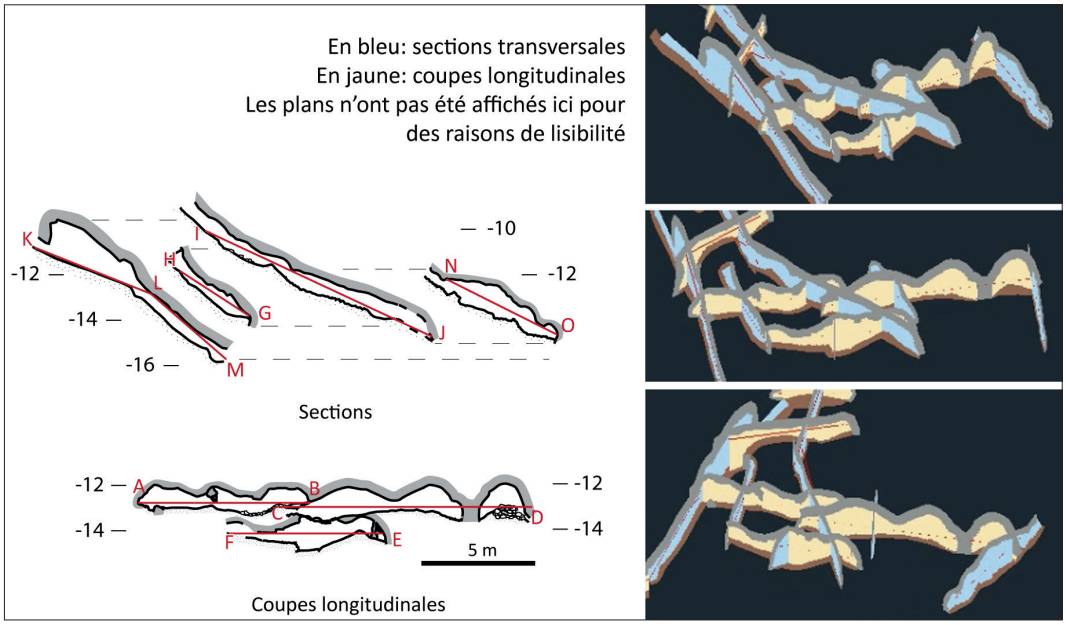


Fig. 9. Comparaison de la DAO simple et du calage en 3D, vu sous trois angles différents. *E. Meunier 2018*

du scanner 3D[6], qui a l'avantage de pouvoir fonctionner dans l'obscurité, l'enregistrement de millions de points permet une précision largement supérieure à celle des relevés classiques. La lourdeur de mise en place des références dans un chantier aux formes complexes, puis du traitement des points pour obtenir des images et tracés utilisables, représentent toutefois des limites importantes à la généralisation de son utilisation. Le traitement photogrammétrique[7], dont l'utilisation en contexte minier a déjà été décrite (Arles *et al.* 2013), est plus simple à réaliser, mais les fichiers sont eux aussi très lourds et ne permettent pas d'envisager raisonnablement un enregistrement complet d'une mine avec cette méthode à l'heure actuelle.

Cette phase importante de relevés topographiques a été accompagnée de sondages dans les chantiers pour pouvoir dater les travaux. L'implantation des sondages a été choisie en priorité en fonction de leur distance par rapport aux entrées, pour se rapprocher le plus possible du démarrage des travaux. D'autres sondages plus à l'intérieur des réseaux permettent de commencer à réfléchir aux rythmes d'avancement de l'exploitation. L'interprétation de la stratigraphie est importante dans ce contexte, car il faut différencier les niveaux liés au fonctionnement des galeries ou chantiers (niveaux de circulation, résidus de bûchers d'abattage laissés en place), à leur utilisation comme espace de stockage de stériles (remblais plus ou moins massifs) alors que l'activité s'est déplacée dans le réseau, ou encore à l'abandon de l'exploitation (formation de concrétions de calcite, colluvionnements près des entrées). En fonction de la configuration stratigraphique, il sera possible de dater l'ouverture d'une galerie ou seulement son comblement, fournissant alors un *terminus ante quem* pour son creusement (**fig. 10**).

En complément de ces approches archéologiques, des collaborations ponctuelles ont pu être mises en place dans le cadre de la thèse. Elles concernent tout d'abord la géologie, avec l'intervention sur le terrain de Călin Tămaş (Université Babeş-Bolyai, Roumanie) puis de Michel Lopez et Emmanuelle Chanvry (Université de Montpellier). Les informations sur les minéralisations exploitées proviennent de leurs observations. Pour l'étude des échantillons de minerai et de scories, Marguerite Munoz (GET) a procédé à leur identification métallographique et à leur analyse au MEB et à la microsonde. Des prospections géophysiques ont également été réalisées sur deux secteurs où la présence d'ateliers était envisagée, dans le cadre d'un stage de master encadré par Muriel Llubes (GET, Université Toulouse 3 Paul Sabatier). Deux sondages sédimentaires exploratoires ont été réalisés dans la berge du Pézègues, un ruisseau qui passe au pied d'une mine

6 Scanner Faro Focus du laboratoire TRACES. Le relevé en souterrain a été réalisé sous la direction de François Baleux, géomaticien, avec la participation d'Eymeric Gleye, stagiaire en géomatique, Jean-Marc Fabre, Béatrice Cauuet et Emmanuelle Meunier.

7 Relevé et traitement photogrammétrique réalisés par Béatrice Cauuet.

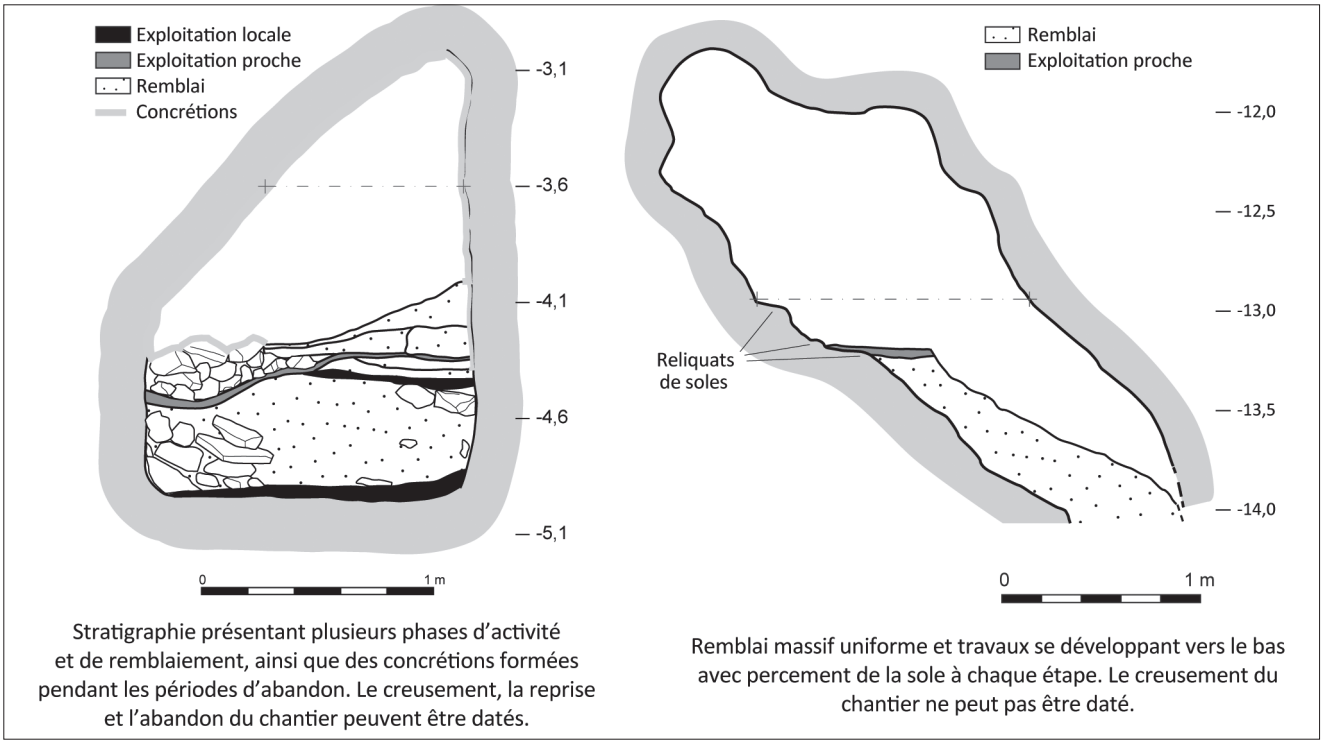


Fig. 10. Différents types de comblements de chantiers miniers. *E. Meunier 2022*

et d'un atelier métallurgique (Les Atiels), sous la direction de Jean-Paul Métailié (GEODE). Des sédiments ont été prélevés dans un des deux sondages et dix charbons par niveau ont été identifiés par Raquel Cunill (GEODE). Les résultats de cette petite étude pédo-anthracologique demanderaient à être approfondis pour en tirer des conclusions et ne sont donc pas inclus dans cette publication[8].

Les résultats du travail de terrain sont présentés dans la partie 2 de cet ouvrage et servent de base à la discussion de la troisième partie, qui inclut les comparaisons avec les autres sites régionaux. Nous espérons que le lecteur osera se plonger dans les données du terrain – et du souterrain – pour découvrir l'histoire racontée par les mines.

8 Les résultats peuvent être consultés dans le manuscrit de thèse (Meunier 2018, 297-305).

Partie 1

Les exploitations minières du sud-ouest de la Gaule

Chapitre 1.
Une région marquée par une diversité de ressources

Les ressources minières de notre zone d'étude sont situées principalement dans des massifs du domaine pyrénéen (Pyrénées et Corbières) et dans l'extrémité méridionale du Massif central (Montagne noire). Il s'agit de zones dont la géologie est complexe ; nous les présenterons simplement dans les grandes lignes.

La chaîne pyrénéenne telle que nous la connaissons aujourd'hui se découpe en plusieurs zones structurales globalement orientées est-ouest (**fig. 11**). Au centre, on trouve la Zone Axiale, constituée des matériaux les plus anciens (Protérozoïque ponctuellement et Paléozoïque[1]), qui sépare les Zones Sud-Pyrénéenne et Nord-Pyrénéenne. La Zone Sud-Pyrénéenne est composée principalement de terrains secondaires et tertiaires. Elle s'étend localement sur une largeur de plus de 50 km, jusqu'au bassin de l'Èbre dont elle chevauche la bordure. La Zone Nord-Pyrénéenne est plus étroite et un peu plus complexe. Tout d'abord, elle est séparée de la Haute Chaîne par la Faille Nord-Pyrénéenne (FNP), qui marque le contact entre les plaques continentales européenne et ibérique. Le long de ce contact s'est formée la Zone Interne Métamorphique, séparée de ses voisines par des failles verticales. D'autre part, la Zone Nord-Pyrénéenne renferme également des massifs primaires détachés des terrains du centre de la chaîne lors de l'orogenèse pyrénéenne (massifs de l'Agly, de l'Arize ou massifs basques). La Nappe des Corbières fait également partie de cette Zone Nord-Pyrénéenne. Vers le nord, on individualise la Zone Sous-Pyrénéenne, composée à l'affleurement de terrains du Crétacé supérieur et du Paléogène. Il s'agit de terrains plissés parmi lesquels on trouve les Petites Pyrénées ou encore le massif de Mouthoumet. La Zone Sous-Pyrénéenne chevauche à son tour la bordure de

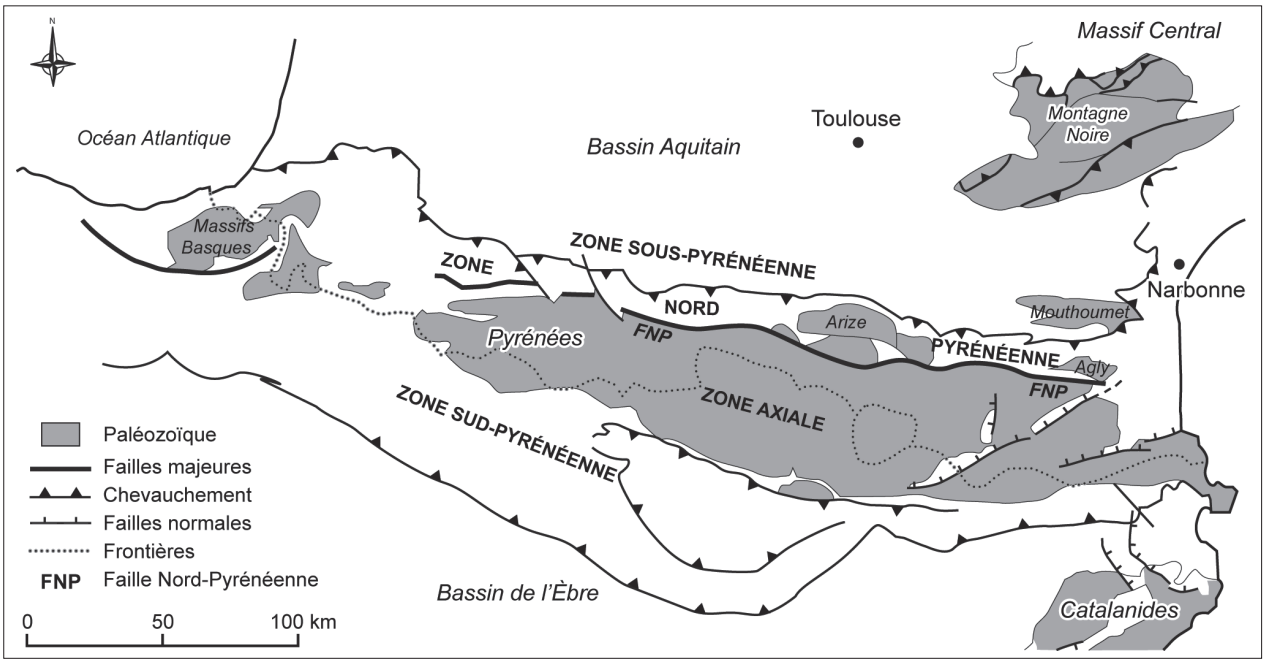


Fig. 11. Les zones structurales des Pyrénées (adapté de Dercourt 2002, fig. 7.8 ; ICGC 2014 ; Munoz *et al.* 2015, fig. 1). *E. Meunier 2022*

1 Voir l'échelle des temps géologiques en annexe 2.

l'ensemble suivant, le Bassin aquitain, caractérisé par des terrains détritiques* datant du Crétacé jusqu'au Tertiaire (Chiron 1996, 29 ; Dercourt 2002, 136-169 ; Canérot 2008, 19-21).

Les terrains du Bassin aquitain séparent à leur tour l'ensemble pyrénéen du Massif central. Son extrémité sud, La Montagne noire (prise au sens géologique, englobant les Monts de Lacaune), correspond à la zone de marge méridionale de la chaîne hercynienne*, tout comme les terrains de la Zone Axiale des Pyrénées (Dercourt 2002, 221). Il s'agit d'un édifice de nappes paléozoïques (nappes catalanes chevauchées par les nappes occitanes) dans lesquelles s'insèrent des intrusions granitiques ou gneissiques. La Montagne noire présente une structure en anticlinal*, c'est-à-dire qu'elle résulte d'un plissement dans lequel les terrains les plus anciens se trouvent au centre, encadrés par les terrains plus récents. Ces terrains anciens ont subi un métamorphisme* important (Dercourt 2002, 221-222).

Le cycle orogénique* alpin a ensuite fortement affecté la chaîne pyrénéenne, à l'inverse de la Montagne noire, où la structure primaire est mieux conservée. Pour les Pyrénées, les principaux mouvements qui donnent au massif sa structure actuelle se sont déroulés entre le Crétacé et l'Éocène supérieur, il y a 65 à 40 millions d'années (Munoz *et al*. 2015, 323). Des mouvements de directions opposées se sont succédé, se traduisant par l'ouverture puis la fermeture de l'océan gascon, entre la microplaque ibérique et l'Europe. La disparition de cet océan correspond à la collision des deux plaques, qui a entraîné le soulèvement des terrains et s'est accompagnée de fracturations, plissements et chevauchements (Fournier-Angot 1983, 6 et 10 ; Dercourt 2002, 135 ; Canérot 2008, 336-337). Les périodes suivantes (Oligocène puis Néogène) voient se poursuivre la convergence entre les deux plaques, qui se traduit par une forte fracturation des terrains, accompagnée de la formation de brèches* tout au long de la chaîne. Enfin, l'érosion et la sédimentation du Quaternaire ont fini de sculpter ou d'adoucir les reliefs que nous connaissons (Canérot 2008, 417-419). Les mouvements du cycle alpin ont pu faire rejouer des accidents provoqués par le cycle hercynien*, qui remonte quant à lui au début du Permien.

Les minéralisations métalliques disponibles actuellement le long de cette chaîne se sont formées lors de différentes périodes géologiques qui ont favorisé la concentration de ces minéraux, souvent sous forme de filons ou encore d'amas. Cela a pu être le cas lors du Cambrien, marqué par une distension des terrains qui se poursuit jusqu'à la fin du Silurien. Cette distension est accompagnée de la formation de failles et de remontées de laves et magmas. Ces failles ont pu jouer un rôle de drain pour les solutions hydrothermales* chargées en minéraux (Chiron 1996, 31-32 ; Canérot 2008, 33-34). Lors du Dévonien puis du Carbonifère, des phases de compression provoquèrent une première série de plissement des terrains qui ont pu eux aussi être à l'origine d'une partie des minéralisations que l'on trouve dans les terrains dévoniens (Boisson 1975, 151 ; Fournier-Angot 1983, 223-224 ; Dercourt 2002, 228). Par la suite, les épisodes de distensions et fracturation accompagnés de phénomènes volcaniques de la fin du Trias ont aussi pu être à l'origine d'une partie des gisements cuprifères localisés dans les terrains paléozoïques au contact de la couverture mésozoïque (Fournier-Angot 1983 ; Canérot 2008, 73-74). Mais la période de surrection des Pyrénées à la fin du Crétacé supérieur est aussi à l'origine d'une partie des accidents minéralisés, indiquant une mise en place plus tardive de certaines minéralisations (Boisson 1975, 153-154).

Les inventaires miniers actuels portent la trace d'un certain nombre de gisements ou d'indices minéralisés (**fig. 12**) qui ont été jugés dignes d'intérêt en fonction de critères économiques. Ces critères n'étaient évidemment pas les mêmes durant l'âge du Fer ou l'Antiquité, mais cela donne un premier aperçu de la diversité des ressources et de leur répartition à travers les massifs. Les métaux utilisés aux périodes anciennes étaient tous disponibles dans la région, l'étain demeurant toutefois très rare, avec un seul point visible ici, dans l'est des Monts de Lacaune.

À cette échelle, seules les substances principales sont représentées pour chaque point. Mais il faut savoir que la plupart des gisements, en particulier ceux à cuivre et plomb, sont en fait polymétalliques. L'argent est ainsi souvent associé à la galène*, le minerai de plomb, et parfois au cuivre, dans le cas de gisements porteurs de cuivres gris, des sulfosels de cuivre à antimoine ou arsenic. Dans ces cas de polymétallisme, il faut des analyses de minerai dans chaque mine pour savoir quelle était la substance principale exploitée. Cela pouvait varier d'une mine à l'autre, mais aussi d'une extrémité à l'autre de la minéralisation. Il faut aussi noter que tous les gisements indiqués ici n'étaient pas forcément disponibles pour les anciens mineurs, en particulier s'ils n'étaient pas visibles à l'affleurement ou si le type de minerai ne pouvait pas être traité à ces périodes. En revanche, des gisements de dimensions réduites ont pu être exploités sans apparaître dans ces inventaires.

Pour connaître la réalité des exploitations anciennes, du moins ce qui a été conservé jusqu'à nos jours, les études de terrains qui s'attachent à explorer des secteurs délimités de ces massifs montagneux permettent de faire le point sur les substances qui ont été exploitées, à quelle période et de quelle manière. Le fait est que les anciens mineurs ont su reconnaître de très nombreuses minéralisations, dépasser les difficultés suscitées par le polymétallisme et s'organiser pour exploiter ces gisements et produire du métal, comme la présentation des données de l'archéologie minière le montre.

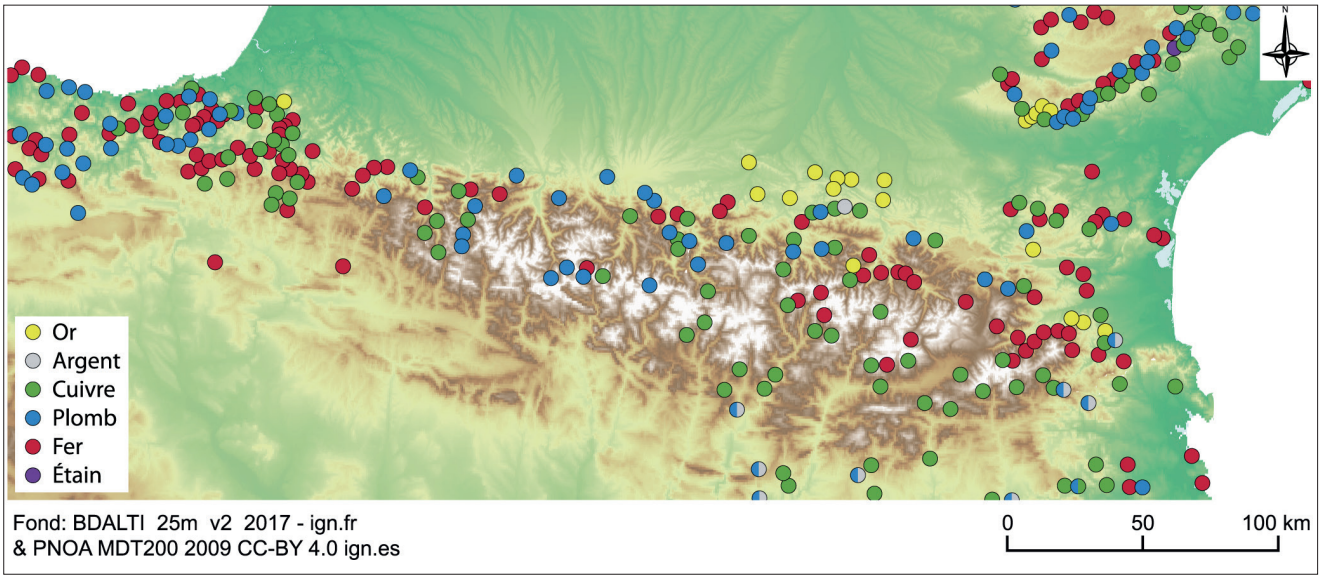


Fig. 12. Carte simplifiée des gisements métalliques de l'aire pyrénéenne et du sud du Massif central, d'après viseur Infoterre du BRGM (http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do) et visor IGME (http://info.igme.es/visor/). *E. Meunier 2018*

Chapitre 2. Le Pays basque

De nombreux sites miniers et métallurgiques sont connus dans le Pays basque (**fig. 13**). Les recherches en archéologie minière sur ce secteur ont réellement démarré dans les années 1990, à la suite de premiers repérages par des spéléologues (Parent 2006, 272 ; Parent 2010, 9). Les travaux menés par A. Beyrie dans le cadre de sa thèse et poursuivis par la suite ont porté principalement sur l'exploitation du fer, attestée pour la fin de l'âge du Fer et le début de la période romaine (Beyrie 2003 ; Beyrie & Kammenthaler 2008). La mine de cuivre antique de Banca a constitué un autre pôle de recherches important entre les années 1990 et le début des années 2000 (Parent 1997 ; Ancel *et al.* 2001). Enfin, des prospections menées par G. Parent dans la vallée de Baïgorry et ses alentours proches, suivies par des campagnes de sondages et datations, ont permis de préciser récemment les phases de l'activité minière de ce secteur (Parent 2010, 11-12 ; Parent *et al.* 2016). Il faut ajouter à cela des recherches sur le paléoenvironnement qui ont mis en évidence différents pics de pollutions liés à la métallurgie ancienne, d'origine locale ou régionale (Galop *et al.* 2002, 165-166).

L'activité minière du Pays basque a été intensive au XVIIIe siècle et, dans bien des cas, les chantiers anciens en ont souffert. De ce fait, un certain nombre de sites sont attribués à l'exploitation récente, voire non datés. D'autre part, le nombre important de vestiges et leur découverte relativement récente font qu'ils n'ont pas pu tous faire l'objet d'études aussi poussées. On distinguera ainsi les exploitations de non-ferreux (Cu, Pb, Ag) et celles destinées à la sidérurgie. Les premiers sont ceux pour lesquels nous avons le plus de données sur les réseaux miniers. Pour le fer, les recherches se sont centrées sur les ateliers ; les mines, souvent à ciel ouvert et comblées, demeurent moins bien connues. Enfin, au sujet des mines d'or, seules des prospections ont été menées sur le terrain, ainsi que des reconnaissances sur photographies aériennes (Cauuet 2001a, 32-40 ; Parent 2006, 277 ; Lafaurie & Parent 2015). La morphologie caractéristique des chantiers correspond à une exploitation par la force hydraulique, bien attestée pour la période antique. D'autre part, Strabon (Strab. IV.2.1), qui reprend des informations de Posidonios, signale que les Tarbelles, dont le territoire a été restitué à proximité, disposaient de riches mines d'or. Ces exploitations pourraient donc remonter au moins à la période romaine voire aux IIe ou Ier siècle av. n. è. (Cauuet 2001a, 40 ; Lafaurie & Parent 2015, 79-81). Cependant, l'absence de datation assurée ne nous permet pas de les intégrer pleinement à nos réflexions. Nous renvoyons donc à la bibliographie pour de plus amples détails.

Les exploitations de non-ferreux

Le site de Banca est la mine de cuivre la plus importante et la mieux connue de toute cette zone. Il s'agit d'une minéralisation filonienne à chalcopyrite*, pyrite et cuivre gris argentifère, encaissée dans des grès de l'Ordovicien à faciès quartzitique ou pélitique. Les travaux au feu dans les bandes quartzitiques, très dures, sont bien conservés, alors que ceux qui se sont développés à l'outil dans le faciès pélitique ont été plus fréquemment affectés par les effondrements. Les reprises modernes, entre la deuxième moitié du XVIIIe et la fin du XIXe siècle, avaient mis en évidence l'ancienneté des "vieux travaux", recoupés en plusieurs endroits (Parent 1997, 312-314). Des monnaies romaines datées du Ier au IVe siècle de. n. è. avaient également été trouvées. Les recherches archéologiques, réalisées sous la direction de G. Parent puis de B. Ancel, ont révélé une exploitation antique d'envergure, de laquelle 870 m linéaires de travaux anciens sont conservés (Parent 1997, 312 ; Ancel *et al.* 2012, 170). Situés à une faible altitude, ces travaux avaient aussi l'avantage d'être accessibles toute l'année.

Les exploitations se répartissent sur trois secteurs : Berg-Op-Zoom, Ste Marie et Les Trois Rois. Le premier réseau n'a pas pu être daté précisément en raison des difficultés d'accès

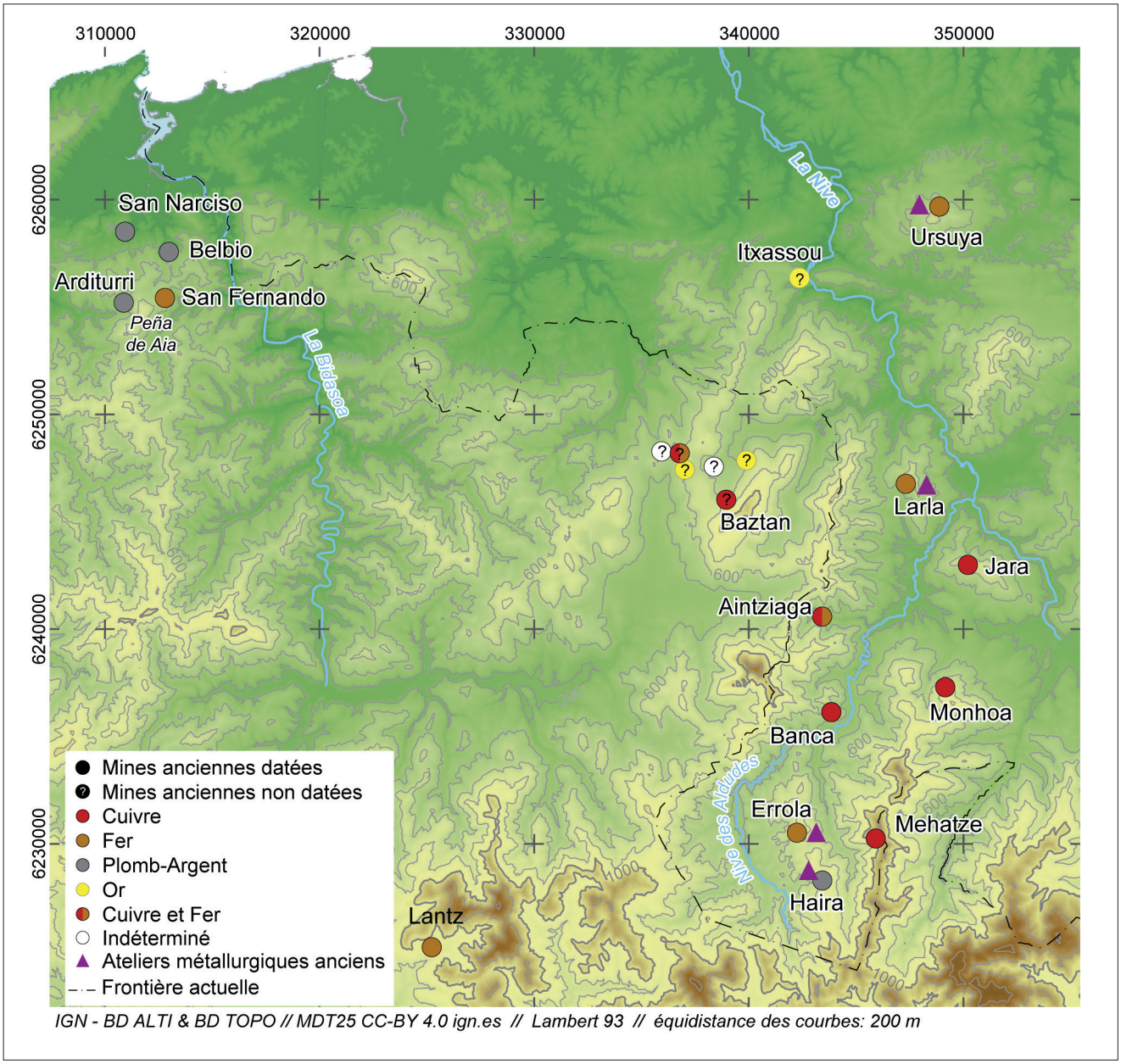


Fig. 13. Les mines et ateliers anciens du Pays basque. *E. Meunier 2018*

au secteur ancien. Les fouilles menées dans les deux autres ont livré des charbons et des restes de boisages qui ont pu être datés par le radiocarbone ou la dendrochronologie. Le réseau des Trois Rois est celui dont les ouvrages anciens sont le mieux conservés (**fig. 14**). Des niches à lampes sont également présentes au parement de certaines galeries. L'exploitation aurait ainsi pris son essor au Ier siècle de n. è. et duré jusqu'au IVe siècle, la période de plus forte activité se situant au IIe siècle (Ancel *et al.* 2001, 188-189 ; Parent 2010, 16-17). Les auteurs signalent également la possibilité d'un démarrage plus précoce, antérieur à la conquête, sur la base de l'activité relevée dans des mines proches. Ces ouvrages précoces peuvent correspondre aux travaux de surface sur les filons de Ste Marie et de Berg-op-Zoom, dont le remblaiement massif n'a pas permis une étude détaillée.

L'extraction a démarré depuis les affleurements des filons de Ste Marie et de Berg-op-Zoom, par des tranchées à ciel ouvert. Les filons ayant un pendage subvertical, les chantiers se sont rapidement enfoncés sous terre. La largeur minimale des creusements est de 0,65 m lorsque le filon est étroit et peut atteindre plusieurs mètres lorsque sa puissance augmente (Ancel *et al.* 2012, 175). Avec l'approfondissement des chantiers, des travers-bancs* ont été creusés pour faciliter l'évacuation des produits et surtout l'exhaure*. Trois gabarits de galerie ont été définis par les chercheurs : spacieux, moyen et petit. Ils permettent globalement de circuler debout (1,60 à 2,06 m de hauteur) et sont adaptés au transport des charges par portage. Les galeries les plus larges (1,65 m) permettent à deux personnes de se croiser aisément, voire la circulation d'animaux de bât (Ancel *et al.* 2012, 176-177). Même le module

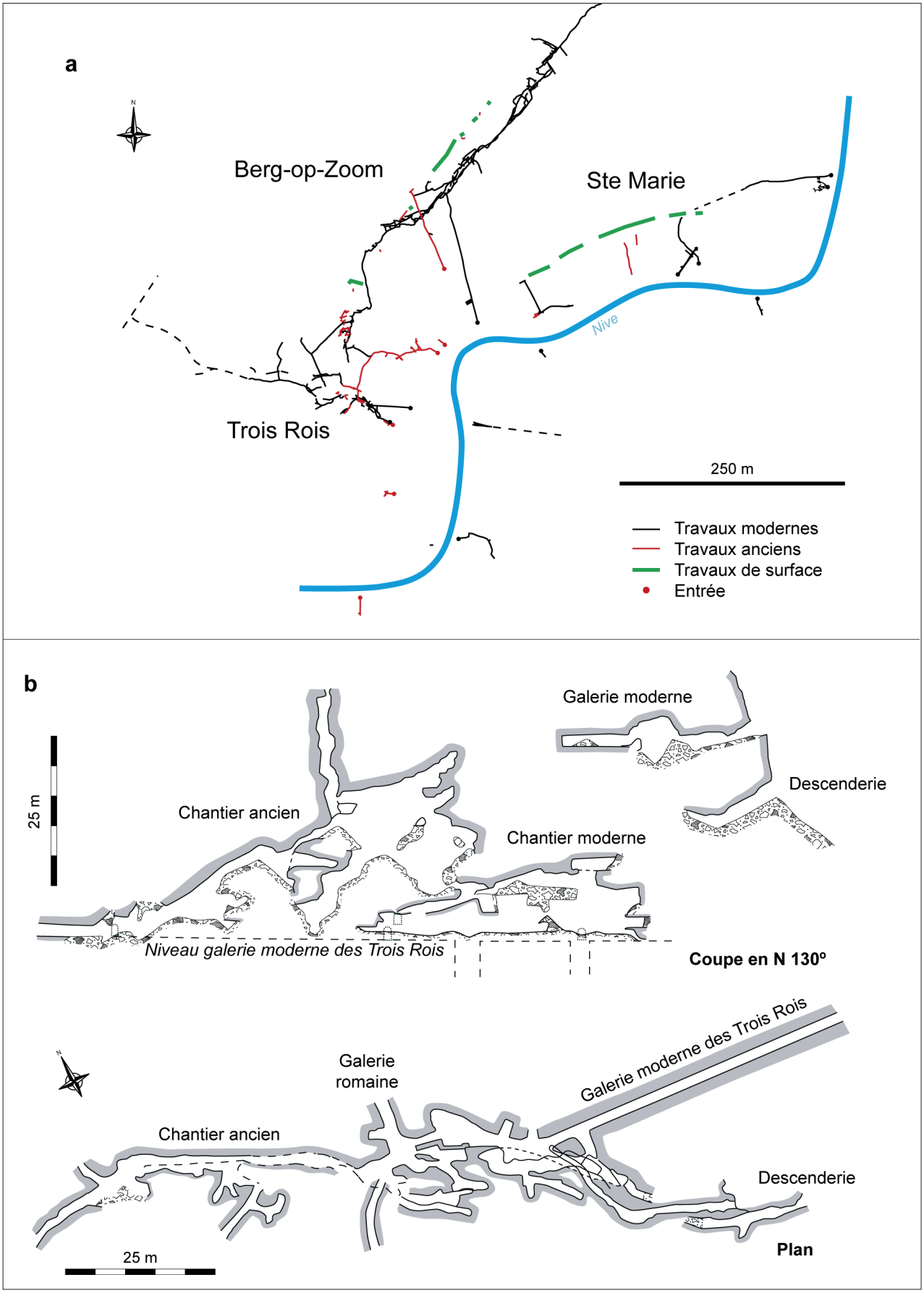


Fig. 14. Mine de Banca. **A.** Plan d'ensemble ; **B.** Coupe et plan des travaux des Trois Rois (d'après Ancel *et al.* 2001, fig. 2 et Ancel *et al.* 2012, fig. 12). *E. Meunier* 2022

le plus petit (0,95 m de large) montre que les creusements dans le stérile n'étaient pas limités très strictement, favorisant un certain confort de travail.

On retiendra de cette phase d'activité antique une organisation des travaux poussée, avec un découpage probable en concessions pour l'exploitation du filon de Ste Marie (Ancel *et al.* 2012, 179). Cette rationalisation s'accompagne d'investissements importants, reflétés par des galeries de recherches nombreuses et le percement de plusieurs travers-bancs* d'exhaure*. Il faut ainsi souligner que les travaux du secteur des Trois Rois suivent un filon minéralisé qui ne débouche pas au jour. Les Anciens ont suivi un filon stérile visible à l'affleurement dans les quartzites qui dominent la Nive. Ils ont suivi ce filon sur 15 m dans une zone complètement stérile, puis ils ont prolongé la recherche sur 60 m avant de localiser la minéralisation principale, qui a donné lieu à l'exploitation plus développée connue aujourd'hui. Cela dénote une très bonne compréhension du gisement, rendue possible très probablement par l'expérience acquise sur les filons affleurants de Berg-op-Zoom et de Ste Marie (Ancel *et al.* 2001, 190). D'autre part, les investissements dans l'exhaure* étaient prévus dès l'ouverture des travaux, avant même de savoir s'ils allaient être rentables ou non, comme l'atteste l'exemple d'une petite recherche, au sud du groupe de travaux des Trois Rois. Cet ouvrage est composé d'un puits, fouillé sur 10 m de hauteur, qui n'a donné lieu qu'au creusement d'une petite galerie de 4 m, d'une recoupe transversale et d'un second puits. Un travers-banc* d'exhaure* qui ressort au jour après 13 m a pu être dégagé depuis la base du puits. Cette galerie, au pendage de 2 à 3°, montre que les mineurs étaient conscients des problèmes d'exhaure* et souhaitaient que l'exploitation, si elle devait bien avoir lieu, soit tout de suite à l'abri des interruptions dues aux infiltrations (Ancel *et al.* 2012, 188). Ce type d'investissement prévisionnel montre encore une fois que du personnel technique qualifié se trouvait sur place et que l'emploi de main-d'œuvre à des tâches dont la productivité serait différée était totalement intégrée au fonctionnement de cette exploitation (Parent 2006, 172).

À côté de ce site, d'autres mines de plus faible ampleur ont pu être étudiées. Pour le cuivre encore, les travaux de Monhoa (St-Étienne-de-Baïgorry) ont livré des vestiges anciens dont la chronologie, établie par des datations radiocarbone, s'étend du IIe siècle av. n. è. au milieu du Ier siècle de n. è. (Parent 2010, 13-15). Le filon à gangue* de quartz est encaissé dans des quartzites et des grès de l'Ordovicien (Parent 2010, fig. 1). Le feu et l'outil ont été utilisés selon la dureté de l'encaissant pour l'avancement du chantier. Cette mine se développe sur deux niveaux, reliés par un chantier incliné suivant le pendage du filon. Ses dimensions sont plus réduites et elle n'a fait l'objet que d'une timide tentative de reprise au XVIIIe siècle, qui n'a affecté que partiellement sa partie basse (**fig. 15**). Bien que de petite taille, cette mine a connu plusieurs phases d'exploitation, comme l'indiquent les reliquats d'anciennes soles* percées près de l'entrée supérieure. Le développement relativement limité de ces travaux, étalé sur plus de deux siècles, plaide également pour une exploitation discontinue. Les profils des travaux ne sont pas décrits systématiquement, mais les relevés présentés montrent des largeurs proches du mètre ou supérieures, ce qui semble indiquer là aussi une certaine prise en compte de l'ergonomie du chantier. Enfin, ce sont des travaux de basse altitude, accessibles en principe toute l'année.

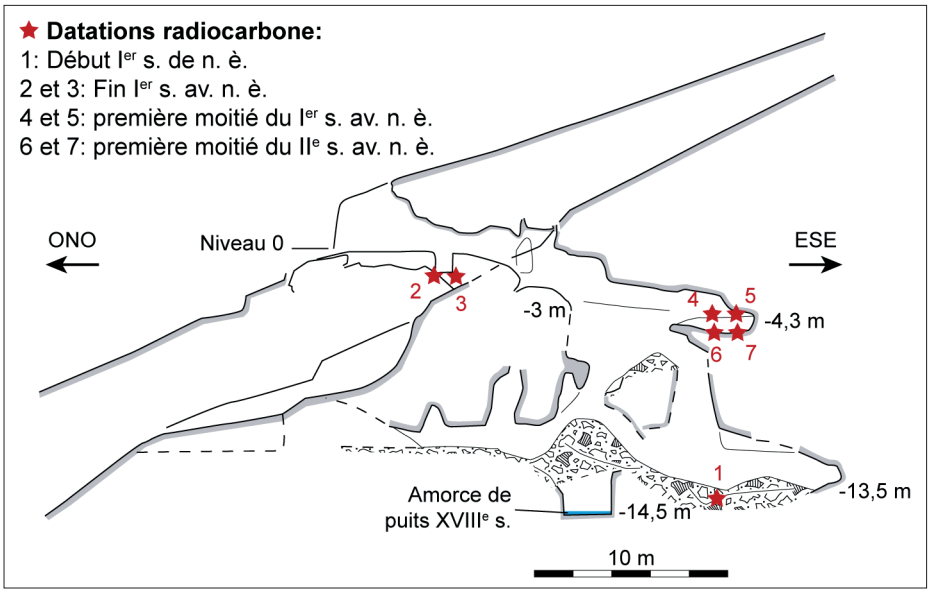


Fig. 15. Mine de Monhoa, coupe des travaux et localisation des charbons datés (d'après Parent 2010, fig. 4). *E. Meunier 2022*

Le site de Mehatze constitue un autre pôle d'exploitation minière ancienne d'envergure. Les travaux, identifiés par des départs depuis l'affleurement en surface, des entrées de travers-bancs* et des haldes* nombreuses, ont été menés sur des minéralisations filoniennes polymétalliques composées principalement de sidérite* et chalcopyrite* encaissées dans les quartzites et les schistes de l'Ordovicien. Des cuivres gris argentifères sont aussi présents (Parent *et al*. 2016, 157-159). Les travaux souterrains topographiés (**fig. 16**) totalisent près de 200 m, incluant de longs ouvrages d'assistance (galerie d'accès et recherche en descenderie), mais une grande partie de l'exploitation, comblée depuis la surface, n'est plus accessible en l'état (Parent *et al*. 2016, 163-164). La chronologie des travaux connus jusqu'à maintenant s'étend entre le Ier siècle av. n. è. et le Ier siècle de n. è. (Parent *et al*. 2018, 21-25). Des fragments de lampes à huile, de présigillée et des morceaux de verre à double paroi sont les éléments dont les datations sont les plus précises. Ils sont accompagnés de tessons d'amphores de Bétique Dr 20 (Parent *et al*. 2016, 179-183). Les datations obtenues sur des charbons peuvent se regrouper en un premier ensemble qui s'étend du IIe siècle av. n. è. au Ier siècle de n. è. et un second qui se rapporte à la période médiévale, du XIe au XIIIe siècle. La provenance des charbons les plus anciens, préromains, pose problème aux auteurs dans la mesure où l'un d'eux provient d'une descenderie de la partie basse du réseau, au profil caractéristique des chantiers romains, et l'autre d'un niveau de circulation devant l'entrée fouillée du travers-banc*, mais en position stratigraphique plus haute que les niveaux datés du Ier siècle de n. è. et en net décalage avec le mobilier (Parent *et al*. 2016, 173-176 ; Parent *et al*. 2018, 20). Les dernières recherches sur une terrasse qui dessert la galerie principale en travers-bancs* ont révélé des indices d'une aire de tri de minerai associé à un bâtiment sur sablière et des rejets domestiques. Ces vestiges sont datés principalement de la première moitié du Ier siècle de n. è. par le mobilier (Parent & Duren 2019 ; Parent 2021).

Cette configuration rappelle les difficultés que l'on rencontre pour dater les mines. Les déplacements de matériaux de remblai sont une source fréquente de perturbation des chronologies. Dans ce cas, les auteurs décrivent justement les unités stratigraphiques (US) situées devant l'entrée du travers-banc* comme des apports de matière permettant de pallier l'accumulation de l'eau dans ce secteur encaissé en bas de pente. Il est donc possible que des déblais anciens aient été déplacés à cette occasion. En effet, l'entrée du travers-banc* en question se situe dans la partie la plus basse de l'exploitation et l'envergure des travaux permet d'envisager un démarrage dès le IIe siècle av. n. è., comme peuvent l'indiquer les intervalles radiocarbone calibrés les plus anciens[1]. Quant aux datations médiévales, on peut suivre les auteurs qui les considèrent avec prudence. L'une d'elle provient de travaux "en grotte" qui ont pu être fréquentés sans exploitation et servir d'abri à des bergers. L'autre provient des niveaux les plus hauts du sondage devant l'entrée du travers-banc* et constitue au mieux la preuve d'une exploration ponctuelle, étant donnée la conservation d'une échelle du Ier siècle de n. è. au milieu du passage dans le chantier où débouche ce travers-banc*. Le bon état de conservation de cette mine offre des perspectives tout à fait stimulantes pour la caractérisation des travaux anciens et pour préciser la chronologie de l'évolution de l'exploitation depuis l'affleurement dans les parties hautes jusqu'au creusement des travers-bancs* plus bas, technique en principe associée à la présence romaine (Parent *et al*. 2016, 191).

Les autres travaux anciens identifiés pour les non ferreux dans la vallée des Aldudes sont nettement moins bien conservés ou n'ont pas fait l'objet d'étude détaillée du souterrain, pour ce que les publications permettent d'en juger. Les résultats obtenus sur leurs chronologies et quelques données techniques sont tout de même des éléments importants pour mieux appréhender le contexte dans lequel se sont développées les exploitations mieux connues. Le site de Jara (St-Étienne-de-Baïgorry et St-Martin-d'Arossa) comporte ainsi une série de travaux menés sur une brèche* de faille minéralisée en chalcopyrite* et sidérite*, au contact discordant entre les calcaires du Dévonien et les grès du Permo-Trias. Les reprises récentes et le remblaiement des chantiers en ont limité l'étude. Cependant, une attaque au feu descendante, décrite comme un ouvrage "ample" bien que court, a pu être entièrement fouillée sur le groupe de travaux de Jara 1. Les charbons récoltés sur la sole* de cette galerie situent l'exploitation vers le milieu du Ier siècle av. n. è. La fouille d'un petit diverticule proche a livré un charbon daté du milieu du Ier siècle de n. è. Dans le groupe de travaux de Jara 3, plus altéré par les reprises, un sondage a été réalisé dans les déblais d'abattage provenant de vieux travaux repérés par une coupole d'attaque au feu. Leur datation situe l'activité au tout début du Ier siècle de n. è. (Parent 2010, 12-13). La mine d'Aintziaga (St-Étienne-de-Baïgorry) comporte plusieurs vestiges miniers qui correspondent principalement à des petits ouvrages de recherche modernes pour le cuivre. Une courte descenderie ancienne est conservée et deux sondages dans les haldes* ont permis d'identifier une US charbonneuse constituée des résidus typiques de l'abattage au feu. Les

1 Le fait que les auteurs ne précisent pas si les charbons datés ont fait l'objet d'une identification anthracologique laisse aussi la possibilité d'un effet "vieux bois", c'est-à-dire un vieillissement apparent dû à l'utilisation de pièces de bois provenant d'arbres au moins centenaires.

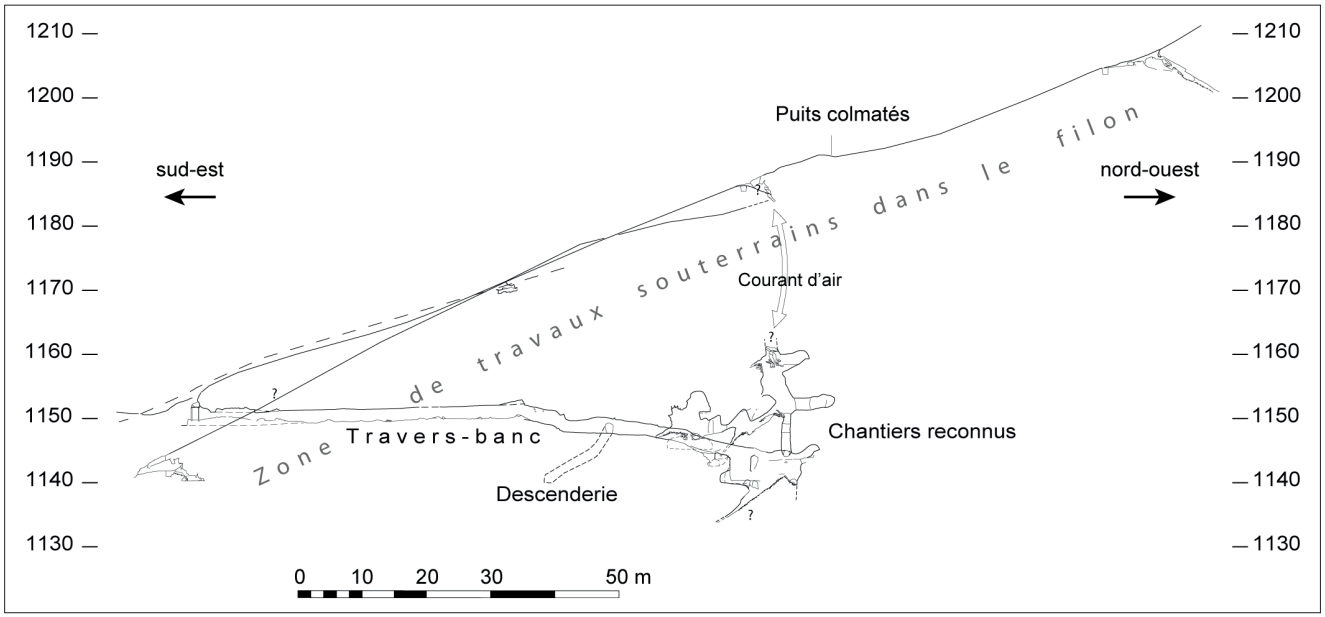


Fig. 16. Coupe projetée des travaux souterrains de Mehatze selon un axe orienté N331° (d'après Parent *et al.* 2018, fig. 4). *E. Meunier 2022*

datations ^{14}C réalisées dans chacun de ces sondages ont donné deux résultats différents : le début du Ier siècle de n. è. pour l'un et le VIe siècle de n. è. pour l'autre (Parent 2010, 12). Enfin, les mines de la forêt d'Haira (Banca et Urepel) ont été dédiées à une exploitation du plomb argentifère (Beyrie 2003, 98-99 ; Beyrie 2021). Les filons de galène* à gangue* de quartz s'y trouvent dans des schistes et quartzites de l'Ordovicien. L'ampleur des travaux anciens a été révélée par les reprises modernes. Cependant, les réseaux souterrains sont comblés et éboulés et n'ont pas pu être étudiés. En surface, des fosses et tranchées pouvant atteindre 200 m de longueur marquent l'emplacement des travaux, qui s'étendent sur plus d'un kilomètre à une altitude d'environ 900 m. Les haldes* trahissent l'importance des ouvrages souterrains inaccessibles. On retiendra de ce site la présence d'un fragment de meule et d'un broyon sur les haldes*, qui indique que la préparation du minerai se faisait sur place (Beyrie 2003, 100). Un habitat a pu être mis en évidence de manière indirecte par la présence de mobilier céramique domestique daté du Ier siècle de n. è. parmi les déchets miniers. Cet habitat était sans doute saisonnier, l'altitude impliquant un accès restreint aux travaux en hiver (Beyrie 2003, 101). La reprise récente des recherches sur ce site sous la direction d'A. Beyrie devrait apporter d'autres informations dans les prochaines années.

Le district minier d'*Oiasso* (Irún, Guipúzcoa) a aussi fait l'objet d'une exploitation intensive pour les non ferreux (plomb argentifère et cuivre) aux Ier et IIe siècles de n. è. (Urteaga & Ugalde 1986 ; Urteaga 1997 ; Urteaga Artigas 2012). Bien que situé dans la province romaine de Tarraconaise et non d'Aquitaine, l'importance de l'activité minière qui s'y est déroulée, la contemporanéité et similarité technique des travaux avec ceux que nous venons de présenter et la proximité géographique de ce district en font un élément que l'on ne peut pas négliger. Les minéralisations se trouvent dans la couronne métamorphique* de la Peña de Aia, caractérisée par un contact entre granite et schistes (Ugalde 2010, 330). La chronologie des travaux, réalisés au feu et à l'outil, est donnée par le mobilier recueilli dans les travaux et sur les haldes* (sigillée hispanique, lampes à huiles, amphores). Une seule datation radiocarbone est connue[2] et correspond au même intervalle. Elle a été réalisée dans un petit bassin de décantation pour la préparation du minerai près de la mine d'Arditurri à Oiartzun (Urteaga 2014, 286).

L'étude archéologique de ce district a commencé dans les années 1980. Les très nombreux travaux modernes ont là aussi détruit beaucoup d'ouvrages, mais également révélé la présence des travaux anciens, dont plusieurs kilomètres de réseau cumulés sont aujourd'hui accessibles (Urteaga Artigas 2012, 212). Les travaux d'Arditurri sont les mieux connus archéologiquement. Tout comme à Banca, ils révèlent une organisation particulièrement poussée des travaux et montrent une connaissance technique solide dans leur planification. L'exemple le plus clair en est la longue galerie d'exhaure*, le *cunniculus*, creusé en plusieurs tronçons depuis des puits à intervalles réguliers. La présence de personnel capable de définir l'emplacement des puits, la profondeur à atteindre et la direction à suivre est indubitable. Cela représente également un investissement lourd, qui a permis de drainer les eaux 15 mètres sous le niveau phréatique, sur

2 Ua-39747 : 1907 ±34 BP soit 20-220 cal AD.

415 m de longueur (Ugalde 2010, 338-339). Cette capacité d'investissement est également perceptible dans les galeries de recherche en travers-banc* creusées à flanc de versant, qui n'ont pas toujours eu de succès, et dans les galeries d'accès de plusieurs dizaines de mètres de longueur qui facilitaient la circulation et l'exhaure* des travaux une fois que les recherches étaient fructueuses (Urteaga Artigas 2012, 211).

Un investissement important dans l'exhaure* a aussi été relevé dans la mine de Belbio. Ce réseau antique, qui cumule près d'un km de réseau ancien, est étagé sur six niveaux. Les travaux romains étaient drainés par une galerie d'exhaure* au quatrième niveau. Les étages inférieurs, reliés par des puits et une galerie inclinée, étaient maintenus à sec par un système de pompage et de vis d'Archimède (**fig. 17**). Le pompage dans les puits a pu se faire avec un système de pompe à chapelet. Les éléments en bois ne sont pas conservés mais les encoches et aménagements dans le rocher sont cohérents avec l'installation de ce type de machinerie. Les ouvrages d'exhaure* avaient une taille suffisante pour permettre l'évacuation de l'eau et des produits de la mine, ainsi que la circulation des mineurs (Ugalde 2010, 341-344).

Si l'on revient à la mine d'Arditurri, on peut ajouter que le gabarit des galeries est confortable, avec une largeur moyenne d'un mètre et une hauteur autour de 1,75 m, ce qui permet une circulation aisée (Urteaga & Ugalde 1986, 110-115). Les galeries d'accès sont équipées de nombreuses niches à lampes et la sole* a été égalisée par l'apport d'un remblai fin composé de schistes stériles (Urteaga Artigas 2012, 213-215). Les vestiges visibles aujourd'hui correspondent à la période romaine et sont liés, suivant la proposition de M. Urteaga, à la présence d'un *procurator metallorum* chargé de l'exploitation du district, d'une manière similaire à ce que les tables de *Vipasca* nous apprennent (Urteaga 2014, 291). La ville d'*Oiasso* (Irún) et son port auraient constitué le centre de gestion de ce district et le point de sortie de la production et d'entrée de l'approvisionnement nécessaire à la population minière.

Cette exploitation romaine pour les non ferreux aurait pris la suite de travaux menés par les populations locales avant la conquête, qui auraient servi de base pour la nouvelle administration (Urteaga 2014, 288). Les résultats obtenus dans les mines de Monhoa et Mehatze, qui montrent un démarrage de l'activité au moins au IIe siècle av. n. è. vont dans ce sens. D'autre part, pour le cuivre, des travaux plus anciens sont connus dès l'âge du Bronze moyen à Arritzaga (Aralar), à quelques kilomètres plus à l'ouest et même dans la première moitié du IIIe millénaire pour la mine de Causiat (Beyrie & Kammenthaler 2008, 31), en vallée d'Aspe, vers l'ouest (**fig. 13**). Ces résultats sont cohérents avec des pics de pollution détectés au début du IIIe millénaire, à l'âge du Bronze moyen (XVe-XIVe s.) et au Bronze final (IXe s.) dans la tourbière de Quinto Real, vallée des Aldudes (Galop *et al.* 2001, 12). Pour le plomb-argent, les datations des travaux ne remontent pas avant la conquête romaine, mais cela pourrait être simplement dû à l'état de la recherche, comme le signale M. Urteaga (2014, 288). La production de monnaies d'argent par les populations locales dès le IIe siècle av. n. è. serait une preuve indirecte de cette exploitation, tout comme des signaux de pollution au plomb enregistrés entre les IIe siècle av. n. è. et IVe siècle de n. è. Enfin, l'exploitation du fer, sur laquelle nous allons nous pencher maintenant, est attestée archéologiquement dès le IVe siècle av. n. è.

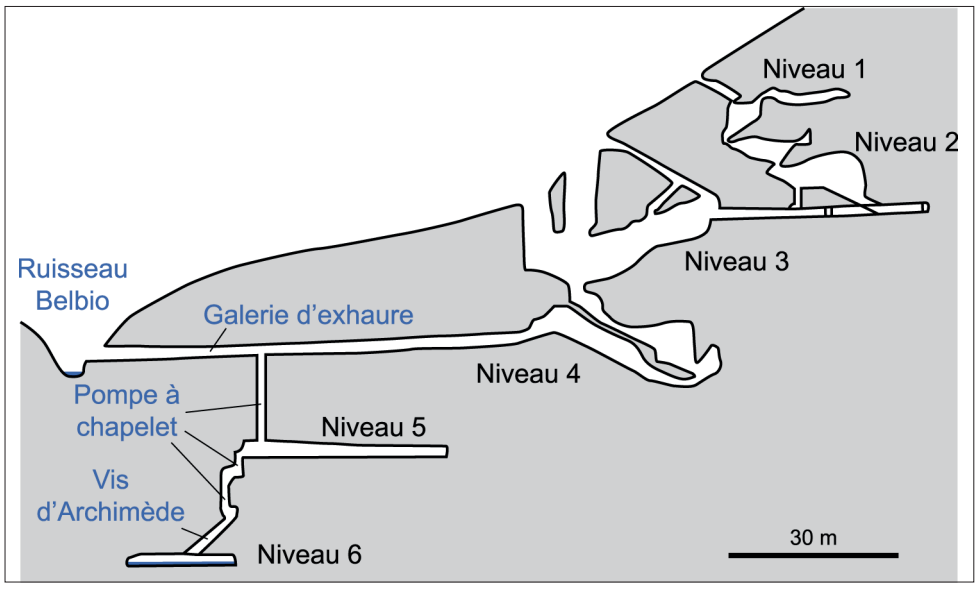


Fig. 17. Mine de Belbio, localisation des systèmes d'exhaure (d'après Ugalde 2010, fig. 15). *E. Meunier 2018*

Les exploitations sidérurgiques

Les vestiges liés à l'exploitation du fer sont très nombreux dans ce secteur et ont donné lieu à une activité intense au Moyen Âge et à l'époque Moderne, entre les XIVe et XIXe siècles (Beyrie 2003, 105-126). Pour les phases plus anciennes, l'activité est mieux connue par les ateliers métallurgiques que par les chantiers miniers. Les mines anciennes sont en effet difficiles à caractériser sans fouille et les efforts des chercheurs se sont concentrés sur la métallurgie. Les vestiges d'extraction sont abondants et sont caractérisés par des fosses et des tranchées ayant permis l'exploitation de filons d'hématite* ou de sidérite* ou de la goethite* des chapeaux de fer (Beyrie 2003, 131-133). Certaines zones associent fer et cuivre (chalcopyrite*). Ces travaux se développaient vraisemblablement en souterrain à Ursuya et Larla et, même si les réseaux n'ont pas pu être explorés du fait de leur remblaiement ou de leur ennoiement, il semble que l'extraction ait bénéficié d'investissements importants. Des travers-bancs* d'exhaure*, effondrés après quelques mètres, ont été repérés à Larla. La présence de niches à lampes indiquerait un creusement antique (Beyrie 2003, 185 ; Beyrie & Kammenthaler 2005, 26-27). Les travaux d'Errola, par contre, semblent se limiter à des exploitations de surface en petites fosses et tranchées, qui ne nécessitaient pas de connaissance minière très pointue (Beyrie 2003, 204).

Les ateliers qui ont pu être datés confirment qu'une part de cette activité ancienne remonte au second âge du Fer et à l'Antiquité. Les sites ainsi caractérisés sont ceux du Massif d'Ursuya, de Larla et d'Errola. Nous ne rentrerons pas dans les détails pour ces sites métallurgiques, mais il convient d'en présenter les caractéristiques principales pour ce qu'elles révèlent des modalités de l'exploitation. Les travaux du Massif d'Ursuya sont ainsi caractérisés par des vestiges de mines à ciel ouvert et huit ferriers* de grandes dimensions. Cela correspond à une exploitation concentrée et relativement intensive, dans un secteur de basse altitude ouvert sur la plaine. Pour Larla, les travaux miniers sont sur les hauteurs et sur le versant est. Les ateliers se trouvent immédiatement au pied des travaux pour une moitié d'entre eux et à environ 1 km de distance sur le versant sud-est pour les autres. Les ferriers* sont près d'une quarantaine, mais de taille plus modeste. Enfin, pour l'ensemble d'Errola, situé en retrait des voies de circulation principales, on dénombre sept ferriers* de petite taille (Beyrie 2003, 133-135). Dans tous les cas, la technique métallurgique semble bien maîtrisée et les bas fourneaux, à scorie coulée, font l'objet d'utilisations multiples incluant des réparations sur les structures (rechapage de la cuve, réfection de la porte). D'autre part, pour l'ensemble de Larla, les éléments de fourneaux retrouvés en sondage montrent que le type de structure est le même d'un site à l'autre, quelle que soit la chronologie (Beyrie & Kammenthaler 2005, 34). Le site d'Ursuya peut avoir bénéficié d'une organisation plus structurée avec des bas fourneaux fonctionnant en batteries. Les ateliers de Larla et d'Errola présentent quant à eux un fonctionnement des bas fourneaux de manière indépendante.

Les datations de charbons recueillis en sondages montrent globalement une continuité de l'exploitation entre le second âge du Fer et l'Antiquité, mais des différences sont perceptibles entre les sites. Les travaux de Larla sont à ce jour les plus anciens, avec un début de l'activité dès le IVe siècle av. n. è. (Beyrie & Kammenthaler 2005, 29). L'exploitation est continue jusqu'au IIIe siècle de n. è. mais semble s'intensifier à partir de la période augustéenne. L'ensemble d'Errola connaît quant à lui une première phase d'activité entre le IIe siècle av. n. è. et le début du Ier siècle de n. è. et une seconde entre la seconde moitié du Ier et le IIIe siècle de n. è. (Beyrie 2003, 193). Pour Ursuya, la chronologie de l'activité se situe entre le Ier et le IVe siècle de n. è. De la céramique locale non tournée confirme une fréquentation aux Ier et IIe siècle de n. è. (Beyrie 2003, 145-151 et 169-170). Les éléments obtenus grâce à l'étude du site de Larla montrent que les techniques métallurgiques sont les mêmes du IVe siècle av. n. è. au IIIe siècle de n. è.

En dehors de la vallée des Aldudes, le site de Lantz a révélé la présence de mines de fer exploitées par des galeries et des travaux à ciel ouvert[3]. Le mobilier recueilli dans les galeries, des fragments de lampes, permet de dater une phase de l'activité aux Ier et IIe siècles de n. è. Dans le district d'*Oiasso*, les mines de San Fernando ont aussi exploité des minéralisations ferrifères. Ces mines ont été fortement altérées par les travaux modernes, mais une dizaine d'ouvrages anciens sont conservés. D'extension limitée, ils se caractérisent par une galerie d'accès inclinée en travers-banc* qui est prolongée par le chantier d'exploitation. Ces chantiers sont proches les uns des autres et atteignent le filon en plusieurs secteurs (Urteaga Artigas 2012, 205). Ce mode d'attaque des minéralisations correspond à ce qui est connu pour les non-ferreux à la même période.

3 De nouvelles recherches viennent d'y démarrer, sous la direction de Jesús García Gazolaz (govierno de Navarra) et son équipe, avec IKer Patrimoine et TRACES. Le cuivre serait la principale minéralisation exploitée.

Chapitre 3.
Les Pyrénées centrales

Dans les Pyrénées centrales, deux districts ont été étudiés : le Massif du Montaigu pour le plomb argentifère et celui des Hautes Baronnies pour le fer (**fig. 18**). Les recherches dans le Massif du Montaigu ont été menées par J. Girard. Autour de ce secteur, les minéralisations à plomb argentifère sont nombreuses et l'ancienneté des travaux est probable pour plusieurs d'entre eux. C'est le cas des chantiers d'Arribaou sur la montagne de Nerbiou (Beaucens), ou encore de ceux de l'Atgéla (Aragnouet) ou d'Espujos (Arras-en-Lavedan). La morphologie des ouvrages repérés en prospection atteste en effet de leur ancienneté avec des traces d'ouverture au feu ou à la pointerolle (Girard *et al.* 2010, 236). Mais les reprises postérieures et le remblaiement des chantiers n'ont généralement pas permis de préciser les chronologies, qui pourraient inclure également le Moyen Âge. Les recherches se sont donc centrées sur les travaux des communes de Gazost et Germs-sur-l'Oussouet qui avaient livré des éléments de datation et dont les travaux étaient accessibles en grande partie. Ce sont ces derniers que nous allons présenter ici.

Pour les Hautes Baronnies, les recherches ont été réalisées par R. Sablayrolles, J.-M. Fabre et A. Beyrie. Ce secteur sidérurgique a été abordé par des prospections et des sondages sur des crassiers*. L'absence de données précises sur l'exploitation minière associée à cette production de fer limite la portée de l'étude pour notre propos. Toutefois, les résultats obtenus quant à la chronologie et à l'organisation de l'activité métallurgique fournissent des éléments de réflexion qui doivent être pris en compte.

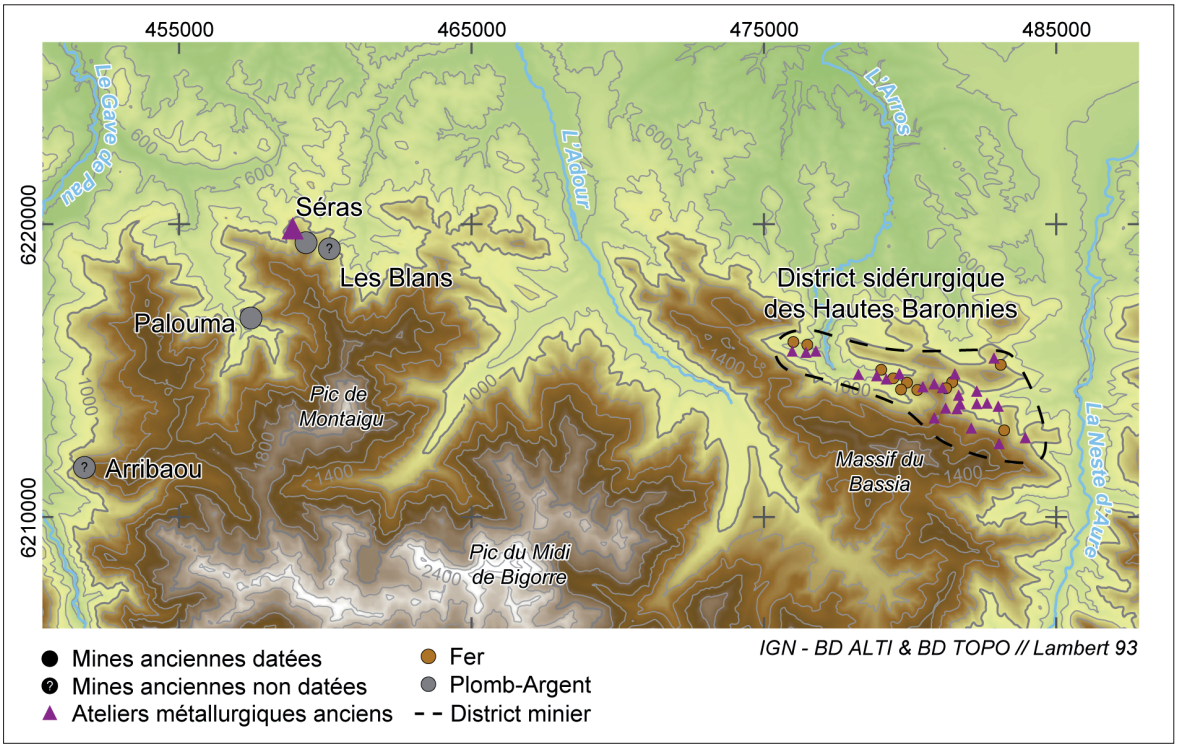


Fig. 18. Les mines et ateliers anciens des Hautes Pyrénées. *E. Meunier 2018*

Le massif du Montaigu

Deux groupes de travaux miniers anciens pour la galène* argentifère sont connus sur ce massif, ainsi qu'un atelier de traitement de ce minerai. Le premier ensemble de travaux est celui de Palouma (Gazost). Il s'agit d'une exploitation sur filon encaissée dans des calcaires du Dévonien inférieur, située entre 850 et 1100 m d'altitude (**fig. 19**). Elle est formée par plusieurs chantiers alignés, visibles sur près de 300 m en surface et orientés globalement OSO-ENE. Trois réseaux (baptisés 235, 330 et 333 par J. Girard) ont pu être explorés et datés par le radiocarbone. D'autres départs de chantiers sont visibles, mais les reprises ou les remblaiements n'en ont pas permis l'étude. Pour les réseaux étudiés, il s'agit de dépilages subverticaux et globalement étroits (0,8 m de large), dans l'allongement du filon. Tous les travaux sont partis de l'affleurement. Des salles d'exploitation plus larges correspondent aux zones d'enrichissement de la minéralisation (Girard 2004, 16-48 ; Girard 2005, 30-56 ; Girard 2006, 11-24).

Le réseau 235 a été ouvert au feu et à l'outil et a souffert de reprises à l'explosif. On signalera dans ce chantier une longue galerie de recherche (88 m), élargie lors de la reprise, mais sans doute tracée dès la phase d'exploitation ancienne, d'après le profil intact des derniers mètres, lequel correspond au reste des travaux anciens. Les datations radiocarbone obtenues pour plusieurs points à l'intérieur du réseau indiquent une exploitation principalement entre les IIe siècle av. n. è. et Ier siècle de n. è. (Girard 2007, 8). Cependant, et comme le précise l'auteur, le chantier a pu démarrer plus tôt car les sondages ayant livrés les charbons analysés étaient éloignés des entrées (**fig. 20**).

Le réseau 330 communique avec le réseau 333, totalisant 239 m d'extension est-ouest et 313 m de développement (**fig. 20**). Aucune trace d'explosif n'y a été repérée et le creusement, principalement à la pointerolle, se limite à la zone minéralisée, sans ouvrage d'assistance. Des effondrements ont toutefois scellé la partie basse des travaux à plusieurs reprises. Des encoches de boisage sont visibles à plusieurs endroits et deux puits internes, dans le réseau 333, étaient encore équipés de rondins pour en faciliter l'escalade. Des sondages près de l'entrée et à l'intérieur du réseau ont livré des charbons qui ont fait l'objet de datations, tout comme des échantillons de bois prélevés sur les équipements en place des deux puits. Le charbon de l'entrée date un remblai postérieur déversé devant ce réseau et provenant de chantiers plus haut sur le versant. Il ne correspond donc pas au démarrage de l'exploitation et indique une phase d'activité à proximité entre le milieu du IIe siècle av. n. è. et le début du Ier siècle de n. è. Les charbons issus des sondages à l'intérieur du réseau correspondent à une phase avancée des travaux, du fait de leur éloignement depuis l'entrée. Ils donnent un intervalle couvrant le Ier siècle av. n. è. et le Ier siècle de n. è. Les bois du réseau 333 donnent quant à eux des fourchettes plus larges, allant de la fin du IVe siècle av. n. è. au milieu du Ier siècle de n. è.

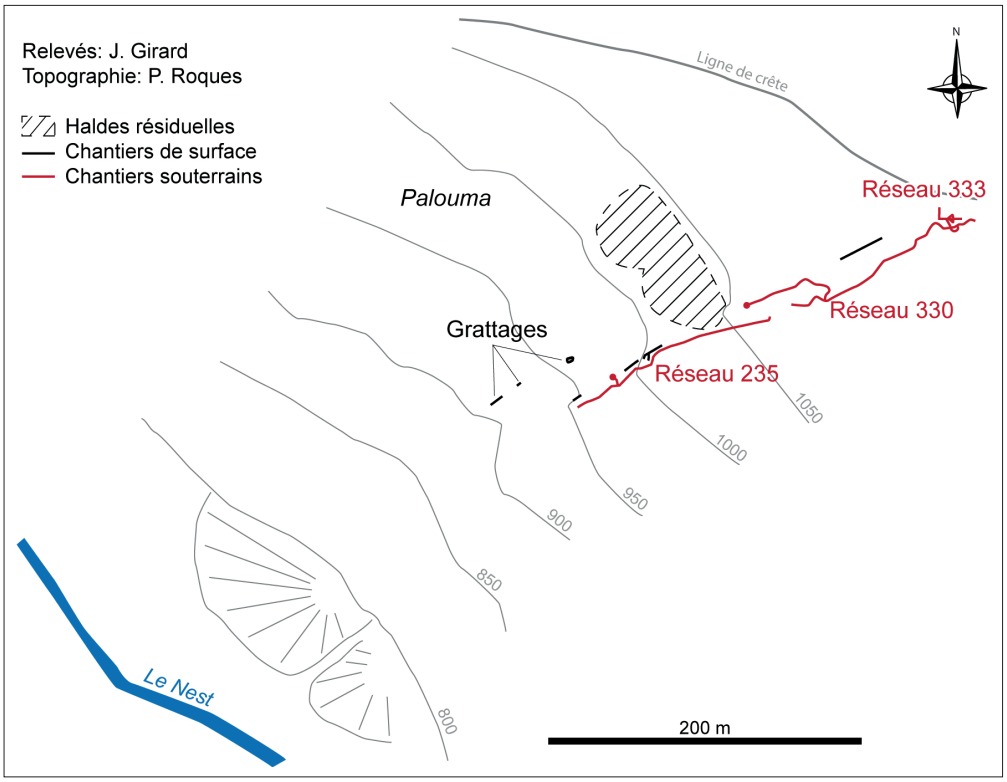


Fig. 19. L'ensemble minier de Palouma (d'après Girard 2006, 10). *E. Meunier 2018*

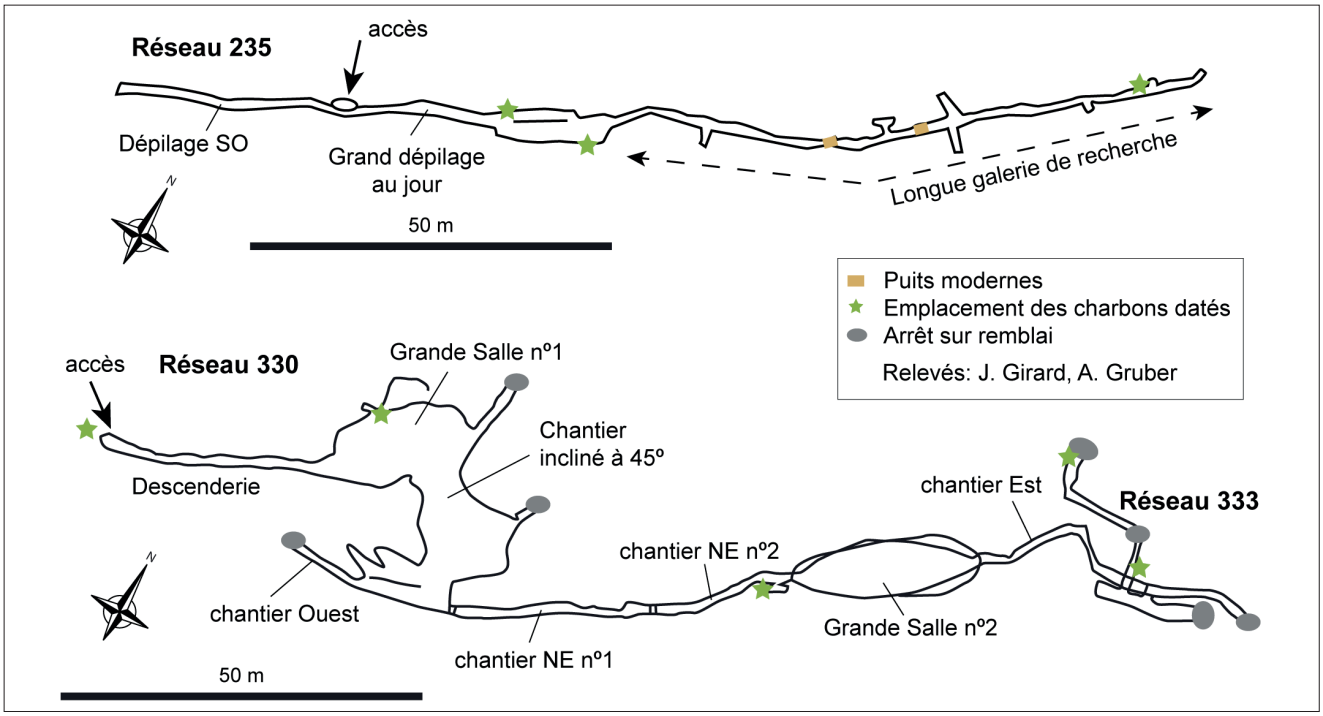


Fig. 20. Plans des réseaux 235, 330 et 333 de Palouma (d'après Girard 2006, 12 et 22). *E. Meunier 2018*

Le deuxième groupe de travaux se trouve sur la commune de Germs-sur-l'Oussouet. Des minières colmatées sont visibles au lieu-dit Séras (1050 à 1250 m d'altitude) et un atelier de traitement de la galène* se trouve en contrebas, à Hourcade (**fig. 21**). Sur cette même commune, une autre minière, colmatée elle aussi, se trouve aux Blans (autour de 950 m d'altitude). Les travaux de Séras ont suivi une faille minéralisée en zinc à plomb argentifère encaissée dans des calcaires primaires. Ces minières n'ont pas été fouillées et peu de choses peuvent être dites de l'exploitation dont elles résultent. On signalera tout de même une datation radiocarbone effectuée sur un bois de mine qui a donné une fourchette plus ancienne : 2480 ±100 BP, soit 810-395 cal BC. Cet élément a été daté à la demande du SNEAP[1] lors de recherches en vue d'une reprise non avenue, en 1976 (Girard 2004, 48). Le résultat correspond au plateau radiocarbone du Halstatt (Hajdas 2008, 16). La mine des Blans a simplement livré un tesson d'amphore en prospection. L'atelier, repéré quant à lui par la présence de scories en surface, n'a pas pu être fouillé non plus suite à l'opposition des propriétaires, mais une prospection géophysique a révélé des anomalies magnétiques. Des datations de charbons prélevés à la tarière à l'emplacement de ces dernières semblent indiquer un fonctionnement de l'atelier centré sur le Ier siècle av. n. è., en accord avec le mobilier de surface (Girard 2007, 19-20 ; Girard *et al*. 2010, 237).

1 SNEAP : Société Nationale Elf Aquitaine Production.

La relation isotopique établie entre les minerais de Palouma, de Séras et des scories prélevées à Hourcade confirme l'existence d'un pôle de production d'argent actif au moins depuis le début du Ier siècle av. n. è. et pendant le Ier siècle de n. è. L'atelier d'Hourcade aurait centralisé le traitement des produits des deux mines citées ici, et peut-être d'autres chantiers non étudiés pour l'heure. D'autre part, ces données isotopiques tendent à indiquer que l'argent produit sur ce site a pu servir à la production de monnaies à protubérances de type "Beyrie", avec d'autres sources métalliques dont la provenance n'est pas déterminée. Ces monnaies auraient été émises à partir du dernier quart du IIe siècle av. n. è. et jusqu'au début du Ier siècle de n. è. par les *Benarni*, un des peuples aquitains connus par les textes (Girard *et al*. 2010, 239-240). On se situe donc dans le cadre d'une exploitation démarrée dans le contexte de l'indépendance gauloise, qui perdure après la conquête. Le démarrage de l'activité n'est pas bien daté, mais les bois de mines peuvent faire monter l'exploitation au moins au IIIe siècle av. n. è. à Palouma et même au premier âge du Fer pour Séras. Si l'ancienneté de Séras apparaît comme un élément isolé dont le contexte archéologique très mal défini incite à la prudence, la date du IIIe siècle av. n. è. reste dans le domaine du probable. En effet, la distance entre les entrées et les emplacements des sondages, dans des secteurs profonds des réseaux, confirme que l'exploitation n'en était plus à son démarrage au Ier siècle av. n. è. Par ailleurs, l'ampleur de ces réseaux, associée aux indices d'exploitations anciennes non datées mais nombreuses dans les environs, indique que

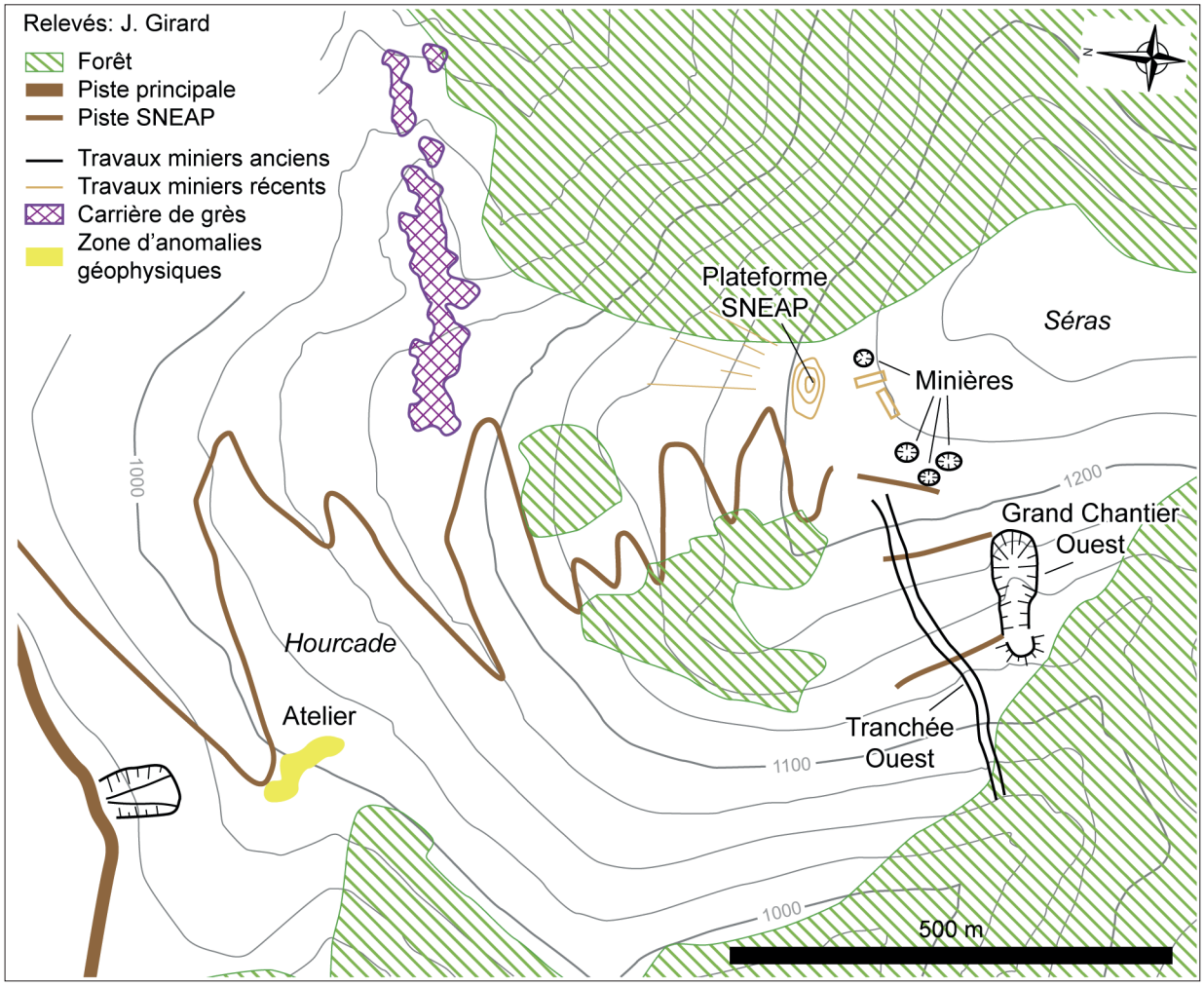


Fig. 21. L'ensemble minier et métallurgique de Séras – Hourcade (d'après Girard 2006, 25). *E. Meunier 2018*

l'exploitation minière était une activité importante pour ce secteur, qui a mobilisé une main-d'œuvre non négligeable et peut refléter un investissement de longue date dans cette activité. Cependant, l'altitude des travaux implique qu'ils n'étaient probablement pas accessibles toute l'année, obligeant à interrompre l'activité en période hivernale. Les départs de chantiers étagés le long du versant, pour ce qui a été étudié à Palouma, permettent d'envisager un travail concomitant de plusieurs équipes. L'exploitation ancienne a été menée globalement à l'économie : les creusements suivent la minéralisation de près, laissant seulement l'espace nécessaire pour circuler. Seules les reprises plus récentes ont conduit à des élargissements dans le stérile pour la circulation. Des ouvrages de recherche importants et anciens indiquent tout de même un investissement consenti par les mineurs dans des creusements dans le stérile pour localiser de nouvelles zones minéralisées, avec ou sans succès.

Les Hautes Baronnies

Le district sidérurgique des Hautes Baronnies se situe dans la haute vallée de l'Arros, sur les communes de Hèches, Esparros et Asque (**fig. 22**). Les minéralisations exploitées sont de deux types. Vers l'ouest, il s'agit d'ankérite*, sous la forme de petits filons dans les fractures de la dolomie encaissante ou interstratifiée dans cette dernière, en petites couches millimétriques à centimétriques. Vers l'est, le minerai est de l'hématite*, qui constitue le ciment d'une brèche*, intercalée entre des dolomies et des calcaires. Les premières exploitations se sont sans doute attaquées aux chapeaux de fer de ces gisements, enrichis en oxydes et hydroxydes, et qui ne nécessitaient pas de grillage (Beyrie *et al.* 2000, 40).

L'extraction du minerai a laissé comme vestiges de nombreuses minières ou fosses résultant d'une exploitation à

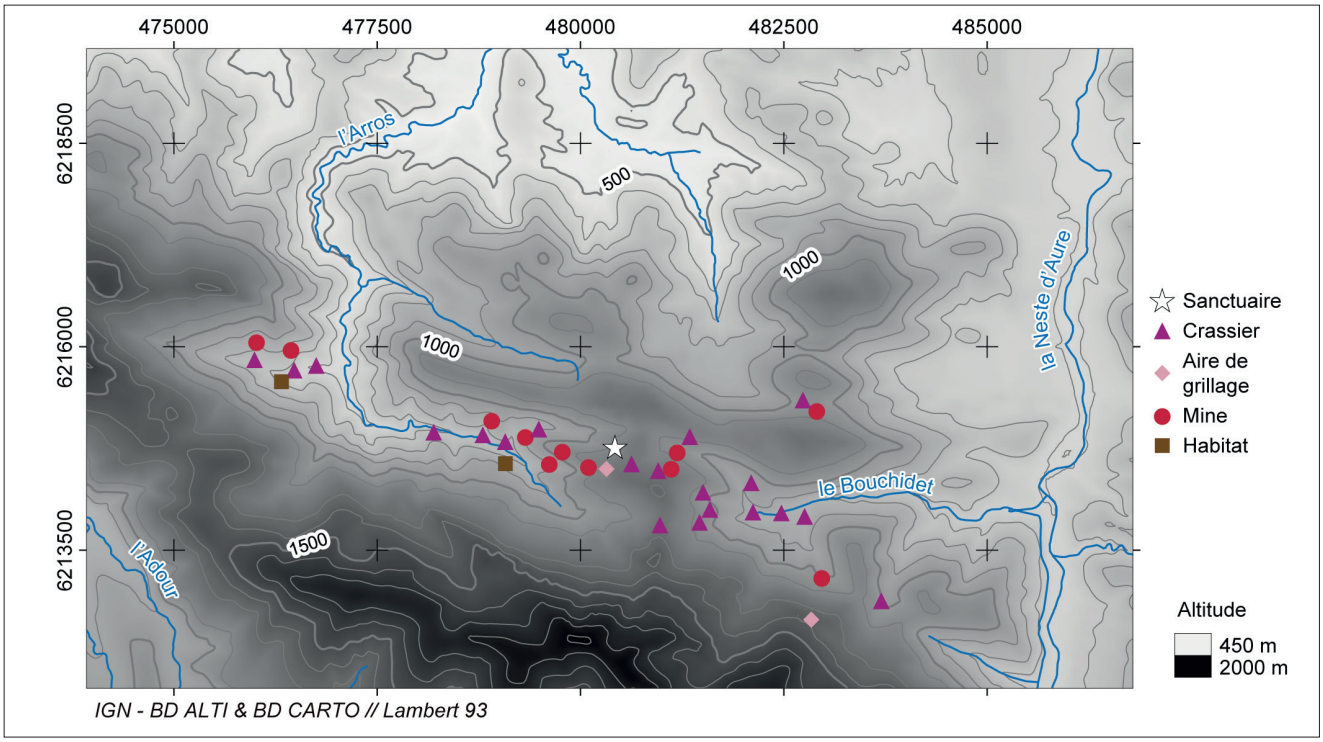


Fig. 22. Plan d'ensemble des vestiges du district sidérurgique des Hautes Baronnies (d'après Beyrie *et al.* 2000, fig. 10 et Fabre *et al.* 2001, fig. 2). *E. Meunier 2022*

ciel ouvert. Leurs dimensions atteignent facilement la dizaine de mètres de diamètre et certaines dépassent les 50 m. Des départs de chantiers souterrains sont également visibles, ainsi que des exploitations en tranchées, qui peuvent s'étendre sur quelques dizaines ou plusieurs centaines de mètres. Des éléments plus diffus, tels que des grattages ou des traces de sous-cavages, sont disséminés sur l'ensemble du secteur. Des travaux alignés montrent que des filons entiers ont été exploités (Beyrie *et al.* 2000, 41-46). Malgré l'absence de sondage, le mobilier, récolté à la surface des travaux et dans les sites d'habitats identifiés à proximité, indique une phase d'exploitation médiévale et moderne. Cela vient compléter les données relatives aux ateliers, majoritairement antiques, et montre le caractère diachronique de l'exploitation.

Ces vestiges de l'extraction minière sont accompagnés d'une cinquantaine de crassiers*, corollaires de la production de fer. La réduction avait lieu à proximité des mines, les ateliers étant implantés de préférence près des cours d'eau et là où le relief plus doux favorisait l'installation. Les sondages réalisés sur dix d'entre eux ont mis en évidence une phase d'activité antique, qui a démarré au Ier siècle de n. è. et a pu durer jusqu'au IVe siècle. Cette chronologie correspond aux tessons de céramiques plus ou moins abondants dans ces crassiers*, tels que de la céramique à paroi fine métallescente, de la sigillée gallo-romaine et de la céramique commune similaire à celle qui est connue à St-Bertrand-de-Comminges, accompagnés de quelques éléments plus tardifs (Beyrie *et al.* 2000, 47 ; Fabre *et al.* 2001, 126-128). D'autre part, un sanctuaire a été identifié sur la crête de Sarramer, au cœur de la zone d'exploitation, et a été fouillé sous la direction de J.L. Schenck. Une terrasse aménagée dans le rocher marque son emplacement. Des monnaies déposées en offrandes et datées entre les IIe et IVe siècle de n. è. viennent conforter la chronologie d'exploitation donnée par le mobilier (Schenck-David 2005, 62-66).

En termes d'organisation, les auteurs proposent de voir dans la dispersion et la petite taille des ferriers* (inférieure ou égale à 50 m² pour la plupart) le signe d'une exploitation plutôt artisanale. Ce volume limité des ferriers*, comparé à la taille imposante des excavations minières, semble conforter l'hypothèse d'une exploitation en plusieurs phases. Les ateliers postérieurs auraient été implantés ailleurs, sans doute plus bas vers les vallées (Beyrie *et al.* 2000, 48). Deux crassiers seulement ont livré des restes qui permettent de supposer une disposition des fours en batterie. La faible quantité de scories dans les crassiers, où les débris de réfractaire sont abondants, montre que la production n'a pas connu une grande intensité (Fabre *et al.* 2001, 130-131). Malgré cela, les techniques sont maîtrisées et le fer produit est de bonne qualité. La différence avec le grand centre sidérurgique des Martys, contemporain (voir partie 1, chapitre 7, p. 70), se situe au niveau du volume de la production, pas des techniques. L'activité a pu être saisonnière ou même constituer une source de revenus secondaire pour les populations locales (Fabre *et al.* 2001, 135-137).

La découverte de deux inscriptions portant des dédicaces au dieu topique *Ageio* permet d'apporter quelques précisions au sujet des populations locales. La première a été découverte dans le sanctuaire de Sarramer, fréquenté par les producteurs de fer. La seconde provient d'un autel votif localisé dans l'église d'Asque, portant une dédicace à *Ageio* de la part des *pagani ferrariensis*. Cette divinité ne pouvait être honorée que par des populations autochtones, comme l'atteste l'onomastique des dédicants identifiés dans d'autres contextes (Beyrie *et al*. 2000, 51). Une partie au moins de la main-d'œuvre en charge de la production de fer aurait donc été constituée de la population pérégrine libre de ce même secteur, qui avait accès au mobilier typique de l'Empire (céramique sigillée) et avait adopté des pratiques cultuelles romaines (autels votifs inscrits en latin), sans renier ses croyances originelles, comme cela a pu être proposé pour le culte d'autres dieux topiques (Sablayrolles 1992, 20-22 ; Beyrie *et al*. 2000, 50-51). Ce schéma laisse apparaître une certaine part d'indépendance des populations locales dans l'exploitation de ce district, menée avec des moyens semble-t-il réduits, plutôt caractéristiques d'une gestion par des entrepreneurs privés voire municipaux (Beyrie *et al*. 2000, 52). Cependant, l'inscription des *pagani ferrariensis* montre l'existence d'un *pagus* dont la production de fer était une activité caractéristique. Il semble aujourd'hui hors de doute que cela fait bien référence aux exploitations antiques des Hautes Baronnies. Cette subdivision administrative romaine indique également une certaine implication de Rome dans cette activité, peut-être exprimée par des obligations fiscales (Fabre *et al*. 2001, 137).

Le district sidérurgique des Hautes Baronnies nous donne un exemple d'une exploitation modeste intégrée malgré tout dans les cadres administratifs romains. Si les reprises postérieures à cette période sont avérées, les données ne permettent pas d'avoir des certitudes quant à une éventuelle exploitation antérieure. La maîtrise technique des métallurgistes pourrait indiquer une tradition ancienne dans la production, mais il est aussi possible que ce savoir ait été transmis aux populations locales. Le faible volume des crassiers indique également que la production antique était destinée à un marché plutôt local ou à faible distance, même si les auteurs n'écartent pas la possibilité qu'une partie du minerai ait été traité ailleurs, et échappe donc à notre perception (Beyrie *et al*. 2000, 48). On retiendra de cet ensemble qu'il correspond à une mise en valeur des ressources locales pour répondre à des besoins locaux.

Chapitre 4.
Les Pyrénées ariégeoises

Les Pyrénées ariègeoises recèlent également de nombreuses traces d'activité minière et les exploitations récentes, postérieures au XVIIIe siècle, y sont nombreuses. Ces reprises laissent planer le doute quant à la nature de vieux travaux cités parfois dans la bibliographie du XIXe siècle (par exemple Mussy 1870). La vallée du Salat, dans laquelle de nombreux chantiers récents sont connus sur des gisements associant cuivre, plomb et zinc, en est un bon exemple. Les prospections qui y ont été menées n'ont pas permis de valider l'ancienneté des exploitations. Une fonderie de cuivre, attribuée à l'Antiquité par les mentions du XIXe siècle, est également citée à Sentenac d'Oust, mais les prospections n'ont pas permis de la localiser (Guilbaut 1982 ; Troisplis 1995, 20-75). La question reste donc entière en ce qui concerne une phase précoce d'exploitation de ce secteur.

Des chantiers anciens ont tout de même pu être datés dans cinq autres secteurs (**fig. 23**). D'ouest en est, il s'agit tout d'abord de travaux miniers sur un gisement de cuivre sur la commune de Saint-Lary. Ils ont été recoupés par une piste forestière près du col de Lestrade (Guilbaut 1982, 49-50 ; Escudé-Quillet & Maissant 1996, 150). Ouverts au feu comme en témoigne une belle coupole arrondie, ils ont été datés de l'âge du Bronze[1] (Fabre *et al*. 2023). De nombreux grattages superficiels de petits filons à l'affleurement sont visibles dans le secteur. En contrebas, sur le versant Souleilha, une autre exploitation a été identifiée. Une partie du chantier a été vidée par les prospecteurs miniers à la fin du XIXe siècle ; d'autres départs comblés sont visibles aux alentours. Il s'agit d'une exploitation pour le cuivre dont la chronologie fait état d'au moins deux phases, au Bronze final et au Moyen Âge[2] (Fabre 2021). En l'absence de chronologie de l'âge du Fer ou de l'Antiquité, ce secteur ne sera pas présenté plus en détail ici. Il faut toutefois noter que cette étude est réalisée dans le cadre d'une prospection thématique incluant toute la haute vallée de la Garonne, sous la direction de J.-M. Fabre. De nombreux sites ont été repérés, mais ne sont pas encore datés. D'autres mines anciennes pourraient donc être à ajouter à l'inventaire dans les prochaines années.

En continuant vers l'est, on rencontre l'ensemble du massif de l'Arize. On y distingue des travaux pour le plomb argentifère et le fer au sud-ouest et une série de mines exploitant le cuivre argentifère, sur le front nord. Le district à cuivre argentifère constitue le cœur de cette publication et sera présenté dans la partie suivante. On signalera simplement pour l'instant que les recherches archéologiques ont été initiées sur ce terrain par J.-E. Guilbaut et C. Dubois, entre les années 1970 et le début des années 1990. Ils avaient mis en évidence une phase d'exploitation tardo-républicaine et posaient la question d'une reprise médiévale (Dubois & Guilbaut 1982 ; Dubois 1997). Les travaux de la commune de Rivèrenert, au sud-ouest du massif, en sont isolés car leur contexte géologique est différent. Il s'agit ici de minéralisations de galène* argentifère et de fer dans des terrains plus anciens, de l'Ordovicien. Des recherches y ont été menées par C. Dubois et J.E. Guilbaut (Dubois & Guilbaut 1986).

Légèrement plus à l'est, au sud du massif de l'Arize, on trouve le secteur polymétallique de la haute vallée du Garbet, sur la commune d'Aulus-les-Bains. J.-E. Guilbaut et C. Dubois y avaient également travaillé. D'autres recherches y ont été menées récemment, d'une part par F. Téreygeol à Castel Minier et sur le site des Ouels (Téreygeol *et al*. 2016) et d'autre part par V. Py pour les secteurs les plus en amont de la vallée (Py-Saragaglia *et al*. 2017). En passant à la vallée du Vicdessos, on a des données sur le site sidérurgique antique de Lercoul (Dubois 2000). À l'ouest du département, les mines d'or de l'Assaladou ont été étudiées par B. Cauuet (Cauuet 2001b). Enfin, un programme de prospection thématique sur les mines et la métallurgie du fer aux périodes historiques est en cours sous la direction d'A. Disser dans l'ensemble du département.

1 Poz-118483 : 3325 ±30 BP soit 1687-1527 cal BC (95,4 %).

2 Poz-139496 : 590 ±30 BP soit 1302-1369 et 1389-1403 cal AD (95,4 %) ; Poz-139497 : 2930 ±35 BP soit 1256-1248 et 1227-1013 cal BC (95,4 %).

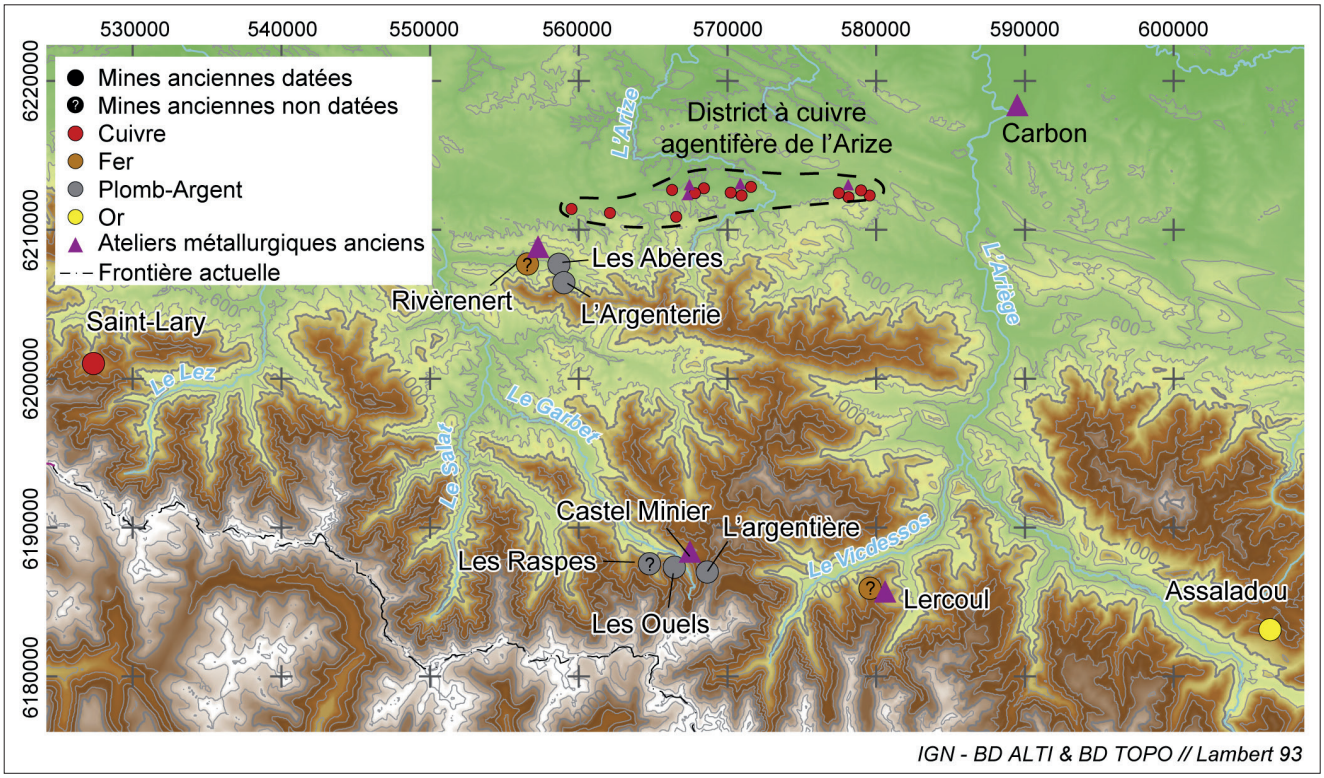


Fig. 23. Mines et ateliers anciens des Pyrénées ariégeoises. *E. Meunier 2022*

Les sites, non répertoriés ici en l'attente de leur publication, sont principalement datés du Moyen Âge, mais quelques secteurs prospectés en 2020 pourraient correspondre à des activités plus anciennes (Disser *et al.* 2020).

Outre les mines, la fonderie de Carbon est à signaler car il s'agit du seul atelier de production métallurgique daté de la transition Bronze final – premier âge du Fer pour les Pyrénées ariégeoises (Simonnet 1970, 216). L'auteur envisage la possibilité d'une exploitation des ressources minières locales pour le cuivre et la question est posée au sujet de l'étain, qui aurait pu se trouver en quantité suffisante dans les alluvions de l'Ariège pour satisfaire les besoins de l'époque (Simonnet 1970, 194). Cette supposition n'a toutefois pas pu être vérifiée.

Rivèrenert : plomb-argent et fer

Sur la commune de Rivèrenert, deux foyers d'activité minière ont été documentés (**fig. 24**). Le premier se situe à proximité du village actuel, entre 500 et 550 m d'altitude, et concerne le fer. Le second se situe plus vers l'est, au sud du hameau des Abères, et du plomb argentifère y a été exploité. Des travaux de recherche minière et d'exploitation récents (XIXe et début du XXe siècle) entrepris sur ces deux secteurs ont recoupé d'anciens ouvrages, mais les perturbations engendrées sur les réseaux ainsi repris limitent grandement leur étude archéologique. Pour les travaux situés près du village, pour le fer, C. Dubois et J.-E. Guilbaut n'ont pu que constater dans les quelques mètres de réseau encore accessibles des traces de pointerolle sur quelques reliquats de parois anciennes, mais la chronologie de l'exploitation ne peut y être confirmée (Dubois & Guilbaut 1986, 93). Cependant, un sondage réalisé dans un des jardins où des scories avaient été repérées en prospection a permis de dater une phase d'activité métallurgique du Ier siècle de n. è. par le mobilier mélangé au ferrier* : sigillée, tasses de l'atelier gersois de Galane, panses d'amphores à pâte orangée et céramique commune. L'analyse des scories a montré qu'il s'agissait bien de vestiges de réduction, mais les bas fourneaux n'ont pas été localisés (Dubois & Guilbaut 1986, 94).

Dans le secteur des Abères, les travaux miniers, eux aussi objets d'une reprise importante et en partie comblés, livrent tout de même plus de vestiges anciens (Dubois & Guilbaut 1986, 96-101). Cette exploitation s'est développée sur des filons de galène* argentifère à gangue* bréchique de quartz et barytine encaissés dans les schistes de l'Ordovicien et s'étagent entre 700 et 950 m d'altitude. Des traces d'ouverture à l'outil sont visibles dans plusieurs galeries, parfois de section ovoïde, et les déblais livrent fréquemment des tessons d'amphores. Ces tessons se trouvent également dans des niveaux remobilisés lors des travaux récents et déplacés dans des galeries qui n'ont quant à elles rien d'ancien. La galerie n° 7 donne cependant accès à un petit chantier

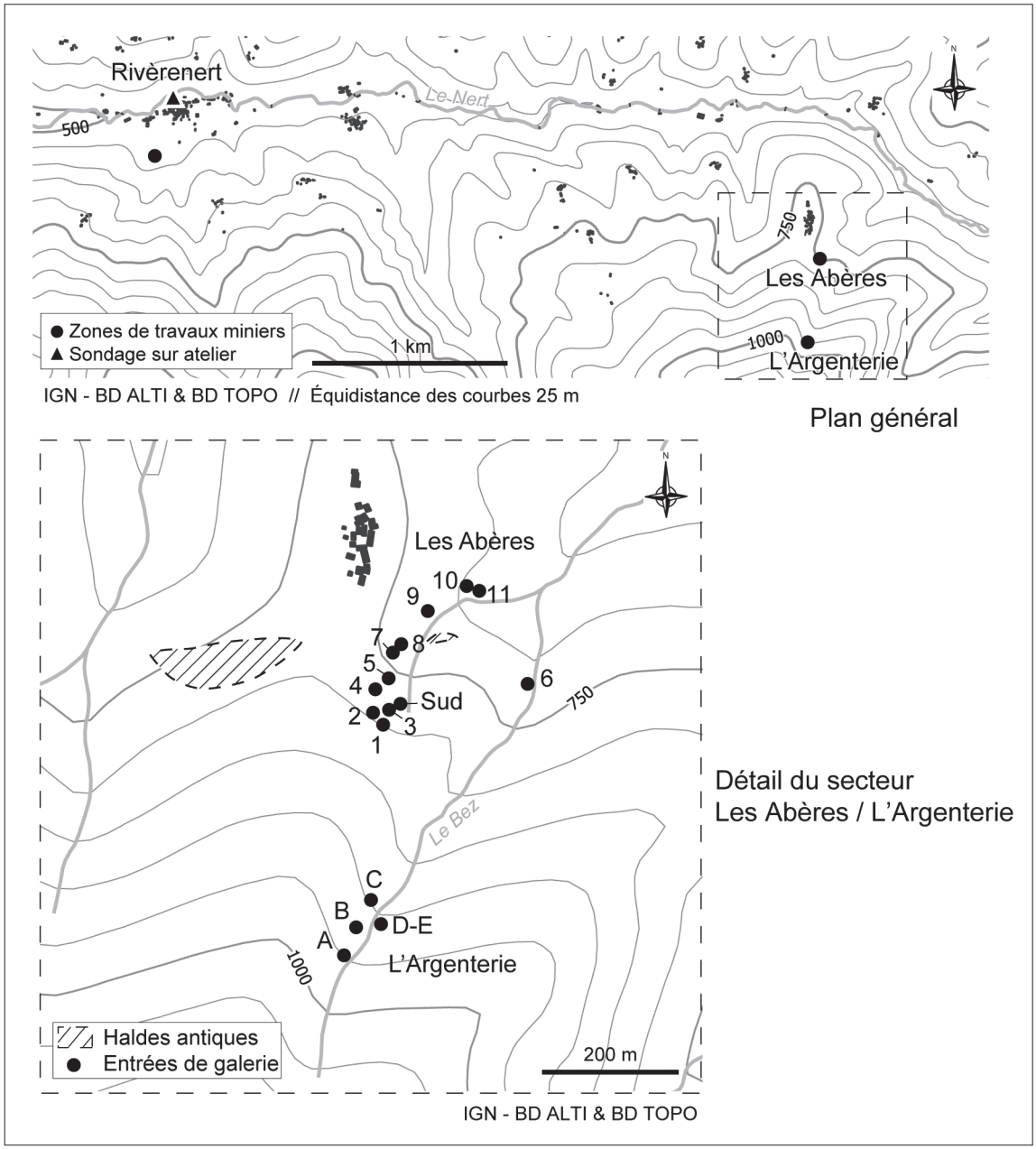


Fig. 24. Plan d'ensemble des vestiges de Rivèrenert (d'après Dubois & Guilbaut 1986, fig. 1 et 2). *E. Meunier 2018*

d'exploitation incliné encore intact. Ce chantier, ouvert à la pointerolle en remontant, se développe sur 15 m de long, 7 m de haut et 1 m de large (**fig. 25, a**). Des piliers horizontaux permettent le soutènement et des séries d'encoches de 3 à 5 cm de section correspondent très certainement à des calages de boisages qui facilitaient la progression verticale. Dans une autre galerie récente, un puits ancien a été recoupé à sa base et des déblais contenant des amphores sont tombés sur la sole* moderne. La datation ne peut pas être précise avec ces éléments, mais le contexte antique est bien marqué.

Enfin, à faible distance, les travaux de l'Argenterie, dans le même contexte géologique, présentent aussi des vestiges attribuables à l'Antiquité. Ils sont représentés par une longue galerie taillée à l'outil et deux tessons d'amphores reconnus à la surface des remblais. Cette galerie longue de plus de 130 m, au tracé irrégulier et creusée dans le stérile, correspondait probablement à une galerie d'exhaure* (**fig. 25, b**). De l'eau s'en écoulait toujours à la sole* lors des prospections menées par C. Dubois et J.E. Guilbaut (Dubois & Guilbaut 1986, 105-106).

Dans l'ensemble, les travaux des Abères et de l'Argentière semblent un peu plus anciens que l'atelier sidérurgique daté à Rivèrenert. Les amphores identifiées correspondent en effet à des Dr 1A ou 1C et les Dr 1B sont absentes (Dubois & Guilbaut 1986, 108-109). Ceci nous situerait plutôt dans les deux premiers tiers du Ier siècle av. n. è. Cependant, l'absence de fouilles dans les travaux et le sondage très ponctuel à Rivèrenert ne permettent pas en l'état d'exclure d'autres

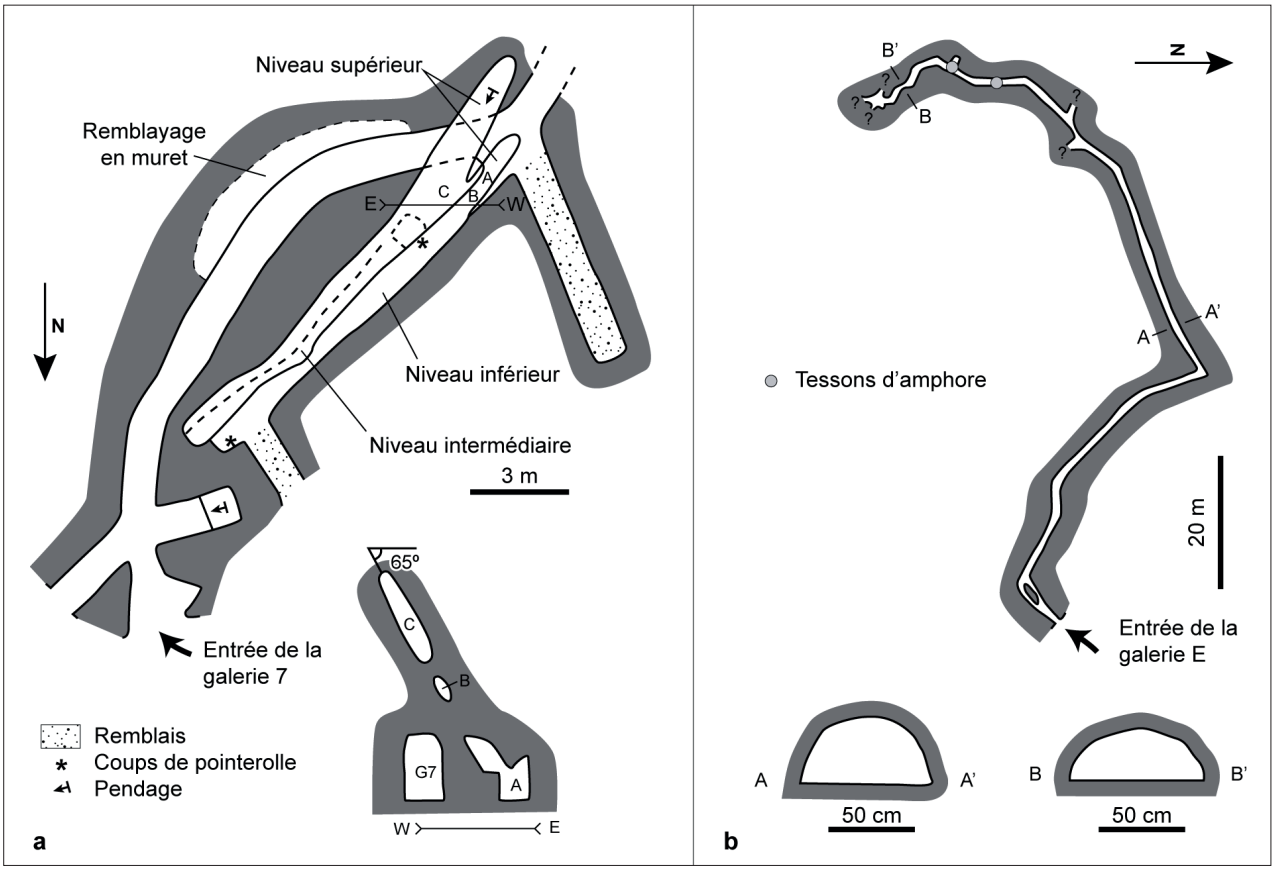


Fig. 25. a. Le dépilage ancien des Abères ; **b.** La galerie d'exhaure de l'Argenterie (d'après Dubois & Guilbaut 1986, fig. 5 et 6). *E. Meunier 2018*

phases d'activité. Il est également difficile dans l'état actuel de la documentation de se faire une idée de l'organisation de l'activité et de son intensité. Les chronologies indiquées par le mobilier, antérieures et postérieures à la période augustéenne, ont très probablement été accompagnées de variations dans l'administration de ces exploitations, dont on ne peut préciser les conséquences sur l'exploitation pour le moment. Les indications relativement fréquentes de vieux travaux recoupés par les exploitations récentes pourraient indiquer une activité soutenue, aussi bien sur les minéralisations ferrifères que plombifères. Cependant, en l'absence de données chronologiques précises, on ne peut écarter l'idée que ces travaux aient été assez étalés dans le temps. L'extension limitée des vieux travaux préservés ne fournit pas de précisions typologiques suffisantes pour repérer d'éventuelles variations morphologiques significatives en termes de chronologie relative. Les reprises récentes importantes sont ici une limite à la caractérisation des travaux anciens.

La haute vallée du Garbet : polymétallisme et diachronie

Les travaux du secteur d'Aulus comportent les chantiers anciens des Raspes, des Ouels et de l'Argentière (**fig. 26**). Ce secteur polymétallique est dominé par les minéralisations de plomb, principalement de la galène* argentifère, mais contient aussi du zinc, qui a fait l'objet de reprises récentes. Le site métallurgique de Castel-Minier révèle également le traitement de chalcopyrite et de bournonite* (Téreygeol *et al*. 2016, 17). L'exploitation documentée aussi bien dans la mine que sur l'atelier de Castel-Minier ne remonte pas plus haut que le XIIIe siècle et s'étend jusqu'au XVIe siècle (Florsch *et al*. 2011, 439 ; Téreygeol *et al*. 2016, 20-22). Du fer est également traité sur place, toujours au Moyen âge (Bonnamour *et al*. 2007). Nous renvoyons à la bibliographie pour plus de détails sur ces ateliers, où l'argent, le cuivre, le plomb et le fer ont été produits grâce aux techniques les plus avancées de l'époque (Dillmann *et al*. 2006, 13 ; Téreygeol 2007, 11).

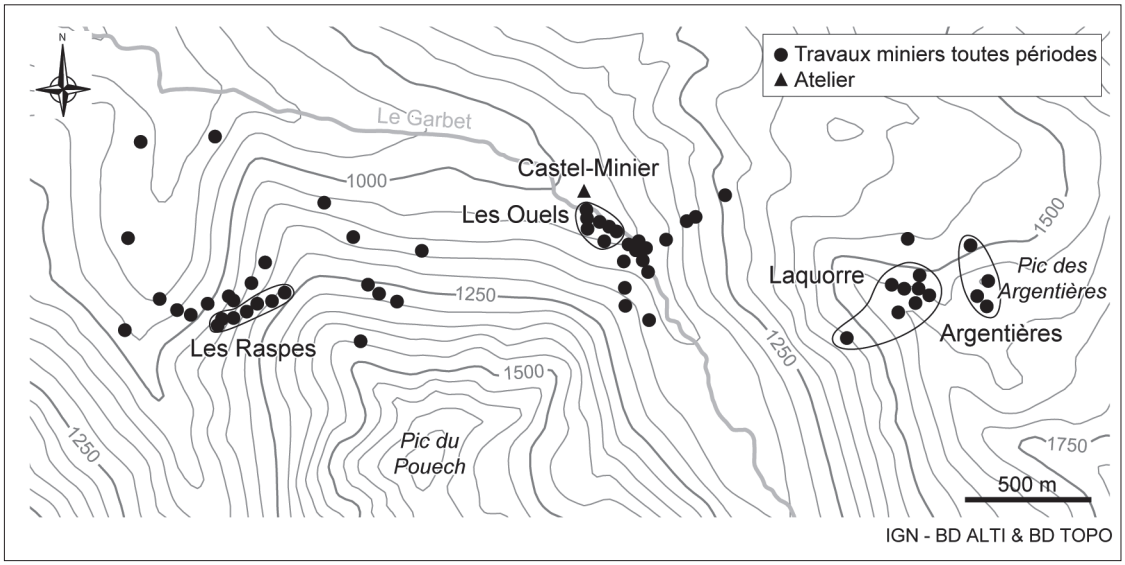


Fig. 26. Plan d'ensemble des vestiges miniers de la haute vallée du Garbet (d'après Dubatik 1981, fig. 2 ; Py *et al.* 2013, fig. 23). *E. Meunier 2018*

En ce qui concerne les travaux miniers, une synthèse issue des archives donne un premier aperçu des travaux et de leur chronologie : on en a une trace dans la documentation au XIVe siècle et ils ont connu plusieurs reprises jusqu'au XXe siècle (Dubois 1999b, 190-202). Les chantiers sont situés dans les terrains primaires (Dévonien) de la zone axiale pyrénéenne. Une première exploration de terrain menée par C. Dubois[3] a montré que les réseaux des Raspes (entre 1000 et 1200 m d'altitude) n'étaient plus accessibles, excepté près des entrées supérieures, du fait du comblement des travaux. On retiendra qu'il s'agit d'une exploitation pour la galène* argentifère dont le chantier principal, ouvert à l'outil, forme un dépilage qui partait de l'affleurement, avant le percement d'un travers-banc* au niveau inférieur au XIXe siècle (Dubois 1999b, 203-204). Le fait que l'exploitation ancienne se soit développée sans ouvrage d'exhaure* et en délaissant la sphalérite* qui accompagne la galène* pourrait indiquer une première phase d'activité dès l'Antiquité romaine. Cependant, l'absence de mobilier de cette période dans les haldes* et l'impossibilité d'accéder aux travaux invite à la prudence quant à la chronologie des ouvrages.

Les travaux anciens de l'Argentière, à près de 1600 m d'altitude, sont quant à eux mal conservés. Seules des coupoles d'ouverture au feu résiduelles au parement du fond d'une tranchée à ciel ouvert témoignent encore de cette phase ancienne. Les travaux de Laquorre situés à proximité sont datés principalement des XVIIIe et XIXe siècles, mais deux dépilages verticaux étroits, ouverts depuis le jour sans utilisation de la poudre, y sont signalés (Py *et al.* 2013, 35-43). Des tessons d'amphores avaient été recueillis par un ingénieur des mines lors de travaux aux Argentières, permettant de penser à une première phase d'exploitation attribuable à l'Antiquité romaine (Dubois 1999b, 203). Les recherches récentes menées sous la direction de V. Py sur l'évolution du couvert forestier de ce secteur ont confirmé la chronologie ancienne de cette exploitation (Py-Saragaglia *et al.* 2017, 148 et 155). En effet, un sondage dans les haldes* en contrebas de la tranchée présentant les vestiges d'ouverture au feu des Argentières a livré des charbons dont la datation permet de reconnaître deux périodes d'activité avant les reprises récentes. La plus ancienne se situe entre le milieu du IVe et le IIIe siècle av. n. è. et la plus récente entre le milieu du IIe siècle av. n. è. et le milieu du Ier siècle de n. è.[4]. L'état de conservation des chantiers anciens ne permet pas d'en préciser les caractéristiques (Py 2015).

Les chantiers de la mine des Ouels (1050 m d'altitude), la plus proche de l'atelier de Castel-Minier, sont aussi les mieux connus. Ils ont fait l'objet d'une étude archéologique récente sous la direction de F. Téreygeol. Il s'agit de réseaux miniers complexes ouverts en combinant le feu et la pointerolle, avec des accès par des puits au jour et des travers-bancs* servant aussi à l'exhaure*. L'exploitation est datée entre le XIIe et le XVe siècle (Téreygeol *et al.* 2016, 18-19 ; Téreygeol 2023 ; Dubois 1999b, 204-206).

3 Une nouvelle prospection a été menée dans tout le secteur dans le cadre du programme de recherche dirigé par F. Téreygeol. Des échantillons de minerai ont été recueillis sur différents sites pour mieux cerner les schémas d'approvisionnement de l'atelier du Castel-Minier (Téreygeol *et al.* 2016, 16-17).

4 Datations Poz-77848 : 2200 ±30 BP soit 366-192 cal BC et Poz-68041 : 2095 ±30 BP soit 151 cal BC-55 cal AD (Py-Saragaglia *et al.* 2017, 148).

Les reprises d'activité récentes pour exploiter le zinc ont détruit une partie des travaux anciens. Les activités médiévales sont tout de même très bien représentées avec les sites de Castel Minier et des Ouels. Les datations obtenues sur les haldes* des Argentières montrent que l'exploitation a démarré bien plus tôt, avec deux périodes d'activité identifiées. Au vu de ces résultats, les chantiers anciens des Raspes, non datés, pourraient facilement remonter à la période médiévale. Les données obtenues sur le paléoenvironnement aux alentours de l'Argentière suggèrent que l'impact de l'activité minière du second âge du Fer et de l'Antiquité n'était pas très fort sur le couvert forestier, contrairement à ce qui est observé à partir de la fin du Moyen Âge (Py-Saragaglia *et al*. 2017, 154). La mauvaise conservation de ces travaux les plus anciens, qui ne permet pas d'évaluer leur ampleur réelle, invite à rester prudent sur les conclusions, mais leur extension semble-t-il limitée pourrait correspondre à une activité saisonnière ou de courte durée, en complément des activités agro-pastorales. Les travaux médiévaux, au contraire, montrent une plus grande intensité de l'activité.

Lercoul : la sidérurgie

L'atelier métallurgique de Lercoul est situé dans la commune du même nom et les mines s'étendent de part et d'autre du col de Lercoul, atteignant ainsi la commune de Sem sur le versant ouest (**fig. 27**). Les travaux sont situés principalement au-dessus de 1300 m d'altitude. Les exploitations minières se sont développées sur des filons d'hématite* et de goethite* à gangue* de quartz encaissés dans une dolomie dévonienne, où des remobilisations karstiques sont aussi indiquées localement (Dubois 2000, 53). Sur le versant ouest, les minéralisations ont donné lieu à une exploitation médiévale et moderne intensive sur le site du Rancié.

Les mines de fer du versant de Lercoul ont fait l'objet d'une prospection et topographie en 1997 (Dubois 1999a, 38). Les vestiges des travaux se présentent sous la forme de tranchées ou de fosses alignées suivant la minéralisation. Si des traces de pointerolle subsistent sur les parois, la chronologie des travaux n'est pas assurée pour autant : les archives attestent de l'exploitation de ce gisement par les villageois de Lercoul jusqu'au début du XIXe siècle avec des techniques archaïques. Des traces d'explosif en partie basse témoignent de la reprise récente.

La présence d'un atelier antique de réduction du minerai de fer, à moins de 300 m des mines les plus proches, permet de dater au moins une phase d'activité ancienne. Sans rentrer dans les détails techniques, les observations sur le rythme et l'ampleur de l'activité sont tout de même utiles à l'analyse. La fouille de l'atelier, sous la direction de C. Dubois, a livré les vestiges de trois bas fourneaux à scorie coulée dont les cuves sont creusées dans le substrat schisteux. Une aire d'épuration a également été identifiée (Dubois 1997, 266 ; Dubois 2000, 55-58). La rareté du mobilier, peu significatif chronologiquement parlant, a rendu nécessaire la réalisation de datations radiocarbone (Dubois 2000, 60-61). La stratigraphie indique deux phases de fonctionnement distinctes, mais proches dans le temps par l'absence de colluvionnement entre les niveaux de chaque phase. La datation retenue est le IIIe siècle de n. è., qui coïncide avec la limite basse de la fourchette chronologique radiocarbone de la première phase et la limite haute de celle de la seconde[5].

La localisation de ce site en altitude en complique l'accès pendant la période hivernale. L'auteur penche donc pour la restitution d'une activité saisonnière exercée six à sept mois par an. Sur la base d'expérimentations, et en considérant le volume et la densité du crassier* identifié, la production de cet atelier est estimée à 140 tonnes de fer, réparties sur une durée de 134 à 156 ans (Dubois 2000, 61-62). Même si la durée d'activité pourrait être plus réduite que celle proposée, comme le signale l'auteur, on se situe ici dans le cadre d'une production plutôt modeste, destinée à la consommation locale ou à faible distance. L'exploitation minière ne représentait pas dans ce cas l'activité principale de toute une communauté.

L'Assaladou : l'or

Le plateau de l'Assaladou, entre 1500 et 1600 m d'altitude (communes d'Ignaux et Sorgeat), rassemble une trentaine de vestiges miniers, répartis en neuf secteurs (**fig. 28**). Ces travaux ont exploité des lentilles minéralisées de quartz gris aurifère, encaissées dans des schistes du Cambro-ordovicien. Des veines de quartz blanc, stériles, formant parfois des stockwerks*, recoupent fréquemment les lentilles de quartz gris (Cauuet & Tămaş 2017, 208-209). Les vestiges des travaux consistent en des fosses de tailles variables, de plan globalement circulaire ou allongé, allant du simple grattage à

5 La première phase est représentée par une datation : ARC-1701 à 1830 ±40 BP soit 70-320 cal AD. La seconde phase est représentée par trois datations : ARC-514 à 1690 ±50 BP, ARC-1375 à 1715 ±40 BP et ARC-1702 à 1720 ±40 BP. Ces trois dates ont été soumises à une moyenne pondérée effectuée par le laboratoire Archéolabs qui donne un âge de 1710 ±24 BP soit 255-405 cal AD (Dubois 2000, 61).

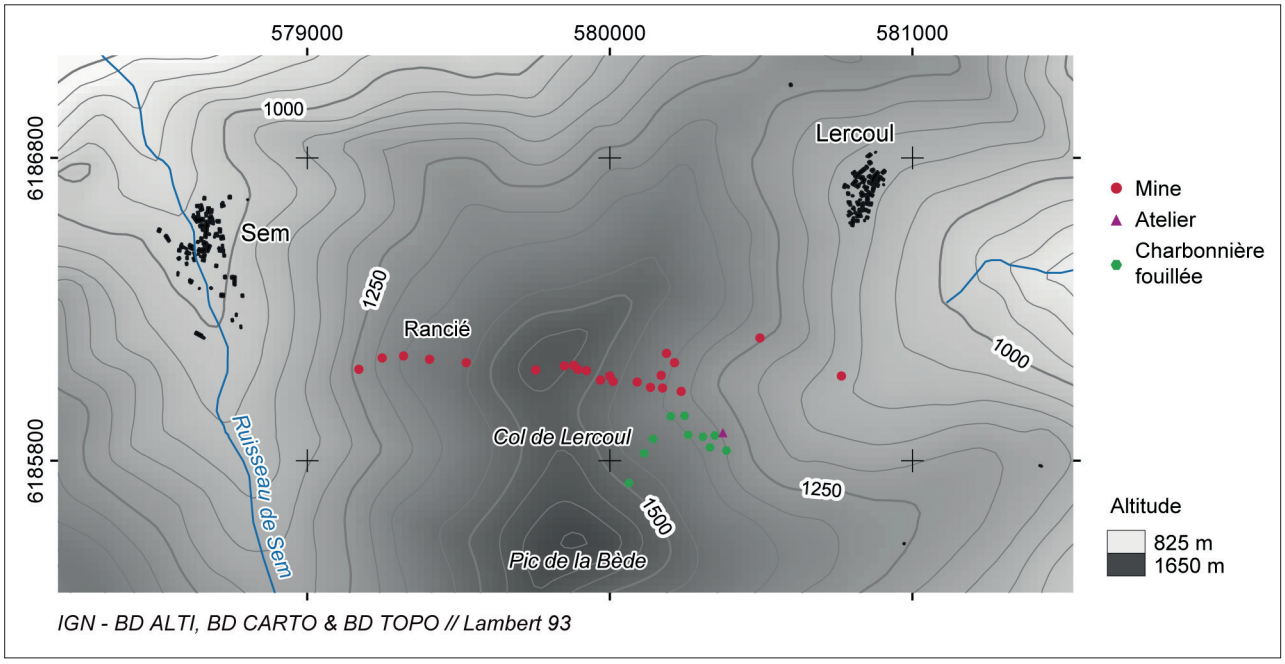


Fig. 27. Plan des vestiges miniers et métallurgiques du col de Lercoul (d'après Dubois 2000, fig. 19). *E. Meunier 2022*

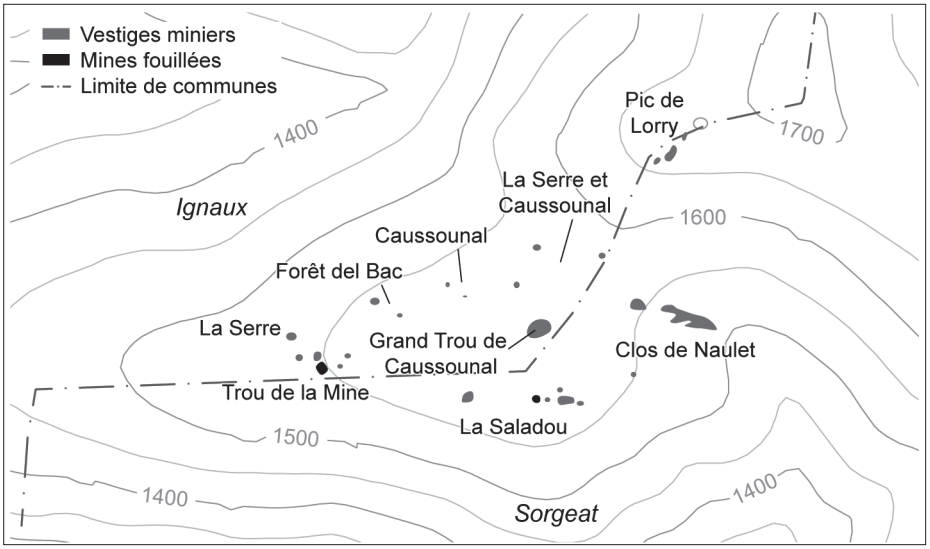


Fig. 28. Plan d'ensemble des vestiges miniers de l'Assaladou (d'après Cauuet & Tămaş 2017, fig. 2). *E. Meunier 2018*

des ouvrages imposants dépassant les 15 m de longueur pour des largeurs de 10 à 15 m et des profondeurs conservées de 3 à 4 m. Les excavations ont certainement été en partie comblées par les haldes* anciennes, qui présentent un volume réduit autour des travaux et sont même absentes dans certains cas (Cauuet 2001a, 42-43 ; Cauuet & Tămaş 2017, 209).

Deux mines ont été fouillées sur deux secteurs différents, dans les années 1990, par B. Cauuet accompagnée de C. Maissant pour la première. L'une, située au lieu-dit le Trou de la Mine, fait partie des grands chantiers avec des dimensions de 13 par 23 m et une profondeur maximale de 4,5 m (dimensions mesurées après fouille). Cette mine n'a pas dépassé le stade de l'ouvrage à ciel ouvert. Une rampe d'accès, partant de l'angle ouest de la fosse, permettait de faciliter la circulation en desservant tout d'abord un premier gradin côté nord, moins profond, puis la partie surcreusée au sud, plus profonde de 0,5 à 1 m (**fig. 29**, gauche). Le fond de la fosse est plat et deux soles de foyers ont été identifiées sur le gradin nord (Cauuet & Tămaş 2017, 211). L'autre mine, dans le secteur de La Saladou, avait la particularité de présenter un volume de haldes* supérieur au volume apparent de la fosse, ce qui laissait augurer d'un prolongement de l'exploitation en

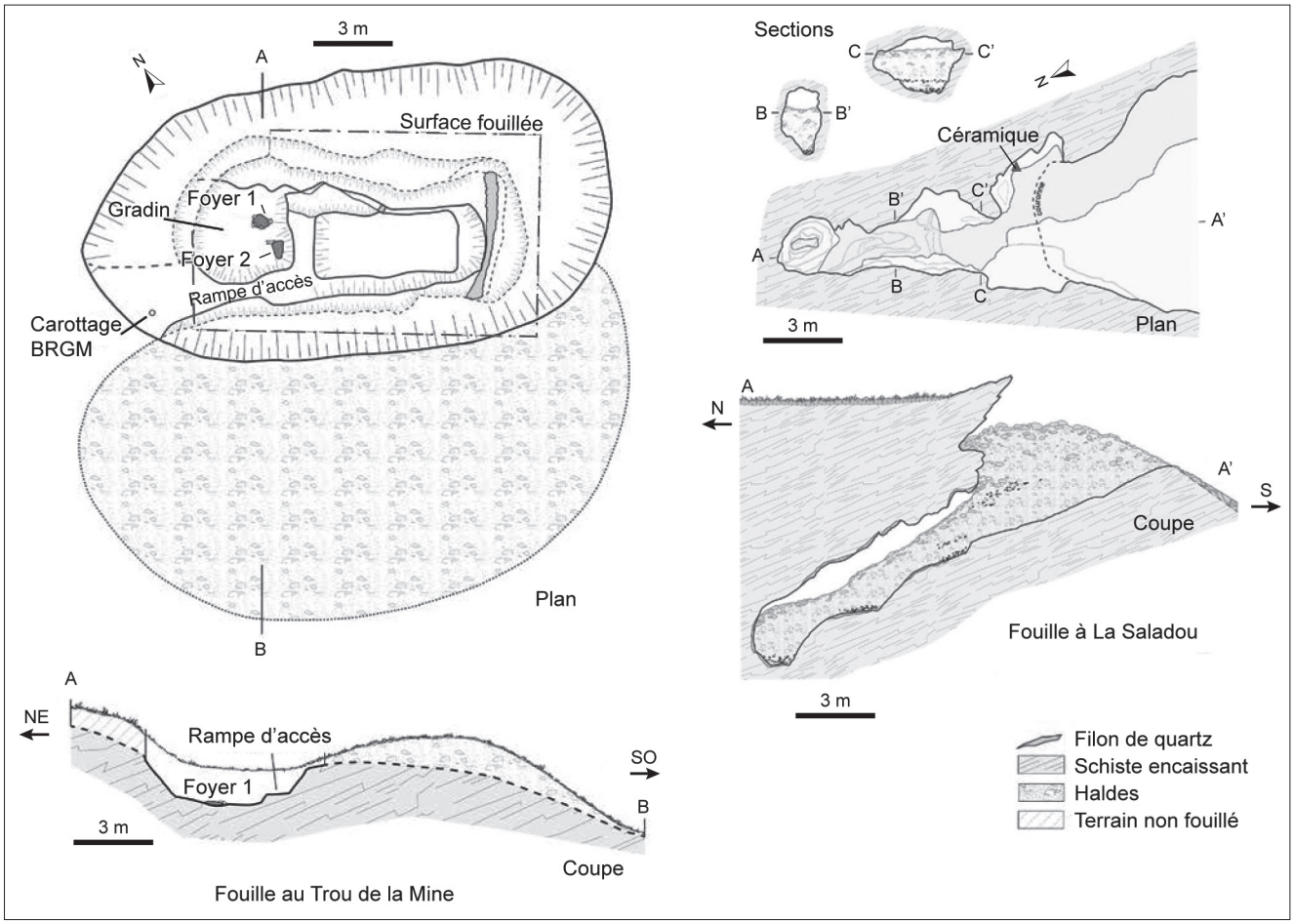


Fig. 29. Structures minières fouillées sur le plateau de l'Assaladou (d'après Cauuet & Tămaş 2017, fig. 3 et 5). *E. Meunier 2018*

souterrain. Cela a été confirmé par la fouille, qui a permis de dégager un porche se poursuivant par une galerie inclinée de 13 m de longueur, terminée par une amorce de puits vertical circulaire profond de 2 m (Cauuet & Tămaş 2017, 214-215). La largeur de la galerie est irrégulière et oscille entre 1,5 et 3 m. Un élargissement vers l'est correspond à l'exploitation d'une lentille minéralisée. Des ressauts à la sole* forment des sortes de gradins peu ergonomiques (**fig. 29**, droite). La présence de charbons dans les remblais et les profils globalement arrondis de l'ouvrage, couplés à l'absence de traces d'outils, indiquent que l'ouverture a été réalisée principalement au feu (Cauuet 2001a, 44).

La chronologie de ces ouvrages a pu être établie par des datations sur des charbons prélevés dans des niveaux correspondant à l'activité minière, ainsi que par un vase céramique (Escudé-Quillet & Maissant 1996, 164 ; Cauuet 2001b, 167-168). Ce pot globulaire, provenant de l'élargissement à l'est du porche de la mine de La Saladou, en céramique commune grise tournée, est datable des IIIe et IVe siècles de n. è. Trois datations ^{14}C sont concordantes avec cette période[6]. Elles ont été obtenues sur des charbons provenant de la sole* à l'entrée de la galerie de La Saladou, d'une niche proche de l'emplacement de la céramique et du foyer 1 du Trou de la Mine. Deux autres sont plus anciennes et couvrent une période allant du Ier au début du IIIe siècle de n. è.[7]. Elles ont été réalisées sur le foyer 2 du Trou de la Mine et sur des charbons provenant de la sole* de la galerie inclinée de La Saladou.

Dans le cas du chantier de La Saladou, la différence chronologique entre les charbons provenant du front de taille* de la galerie inclinée et ceux prélevés sur la sole* à l'entrée et dans la niche au nord-est peut s'expliquer par une reprise de l'ouvrage après une première exploitation,

6 Entrée de la galerie La Saladou : datation ARC-973 : 1700 ±50 BP soit 220-430 cal AD (Cauuet & Tămaş 2017, 214). Niche proche de la céramique : datation Ly-9256 : 1685 ±35 BP, soit 266-425 cal AD (Cauuet 2001b, 168). Foyer F1 du Trou de la Mine : datation Ly-9254 : 1760 ±35 BP, soit 210-384 cal AD (Cauuet & Tămaş 2017, 211).

7 Foyer F2 du Trou de la mine : datation LY-9255 : 1870 ±35 BP soit 69-233 cal AD. Base du front de taille dans galerie La Saladou : datation Ly-6707 : 1885 ±56 BP, soit 1-253 cal AD (les deux dates dans : Cauuet & Tămaş 2017, 221).

comme le propose B. Cauuet (Cauuet & Tămaş 2017, 221). Dans le cas des foyers, la différence chronologique serait plus problématique dans la mesure où ils se trouvent tous les deux dans la même position stratigraphique, à même le rocher. Cependant, la fin de l'intervalle le plus ancien (233 cal AD) et le début de l'intervalle le plus récent (210 cal AD) se recouvrent suffisamment pour proposer, sinon une contemporanéité stricte, du moins un fonctionnement de ces deux foyers très rapprochés dans le temps. Ainsi, l'activité minière sur le plateau de l'Assaladou caractérisée par ces deux fouilles semble donc bien centrée sur les IIIe et IVe siècles de n. è. Un démarrage dès le Ier ou le IIe siècle de n. è. est possible pour la galerie inclinée, la localisation des charbons dans l'ouvrage n'étant pas incompatible avec une chronologie bien différenciée en deux phases[8]. Pour le Trou de la Mine cependant, il nous semble plus probable que les deux foyers aient fonctionné dans un intervalle réduit, au début du IIIe siècle.

Ces travaux de faible envergure, qui ne présentent pas un haut niveau technique, sont interprétés comme des mines paysannes, exploitées par des bergers lors de l'estive des troupeaux (Cauuet & Tămaş 2017, 220-221). En effet, les zones exploitées étaient fortement affectées par des fissures, facilitant le travail des mineurs. Les barres de quartz plus massives, plus difficiles à attaquer, ont été délaissées, bien que minéralisées elles aussi (Cauuet & Tămaş 2017, 219). D'autre part, l'étude géologique menée par C. Tămaş a également révélé que les grains d'or présents dans le quartz étaient visibles à l'œil nu : ils peuvent atteindre quelques millimètres de côté. Cet or est associé à de l'arsénopyrite, elle aussi visible facilement, et la couleur grise des veines de quartz minéralisées se repérait aisément parmi les schistes encaissants (Cauuet & Tămaş 2017, 217-218). Le repérage de ces minéralisations était donc à la portée d'observateurs attentifs même sans connaissances géologiques préalables. Ces minéralisations fournissaient ainsi des ressources complémentaires aux bergers qui fréquentaient ces lieux aux IIIe et IVe siècles de n. è. (et peut-être également un peu plus tôt), représentant pour eux une activité économique complémentaire (Cauuet 2001b, 175 ; Cauuet & Tămaş 2017, 220).

8 L'intervalle calibré de la datation radiocarbone, 1-253 cal AD, couvre tout de même là aussi la première moitié du IIIe siècle de n. è. L'option d'un démarrage uniquement au IIIe siècle ne peut donc pas être totalement écartée.

Chapitre 5.
L'extrémité orientale des Pyrénées

La partie orientale des Pyrénées est une zone où la richesse minière est abondante et a suscité une activité sidérurgique intense à la période moderne et aux XIXe et XXe siècles. Le développement du système de réduction dit "à la catalane" au début de l'époque moderne montre bien l'importance de cette activité dans la région (Dabosi 2004). Les terrains métamorphiques* du massif du Canigou, caractérisés par des schistes, micaschiste ou calcaires, affectés de nombreuses failles et chevauchements, fournissent de nombreuses minéralisations principalement ferrifères (Mut 2001, 143-144). Les oxydes de fer, très riches, ont pu être exploités facilement à l'affleurement et le couvert forestier fournit aussi un combustible abondant, offrant les conditions d'une exploitation sur le long terme.

Les recherches archéologiques sur ce sujet ont démarré par des prospections dans les années 1950, qui ont permis d'identifier de nombreux crassiers. Dans les années 1980 et 1990, des travaux de recherche universitaires ont poursuivi les investigations avec de nouvelles prospections et quelques sondages (Barrouillet *et al*. 1989 ; Izard 1999 ; Mut 2001). Les périodes antiques et médiévales ont été abordées, ainsi que les aspects environnementaux liés au charbonnage. Un programme de recherche pluridisciplinaire, *Mines et fonderies préindustrielles des Pyrénées-Orientales*, a ensuite été mis en place sous la responsabilité de G. Mut entre 2005 et 2007 (Mut & Kotarba 2007, 144). Ce programme, destiné à mieux connaître la métallurgie antique et médiévale, a aussi donné lieu à des études d'archéologie minière sur des mines de fer de la commune de Baillestavy, poursuivies lors d'un travail de master par G. Munteanu (Munteanu *et al*. 2017, 269). Depuis 2014, des recherches sont en cours sous la direction de G. Pagès. Le programme, intitulé *Le fer antique et médiéval du Massif du Canigou*, a pour objectif de caractériser l'évolution de l'exploitation du fer entre la conquête de la Gaule et le Moyen Âge. Ce programme pluridisciplinaire est basé sur de nouvelles prospections assorties de sondages pour dater les sites et sur un volet analytique pour caractériser les productions (Pagès 2017). Il est complété par le programme FEDER FERMAPYR (2019-2022), codirigé par G. Pagès et C. Verna, qui concerne l'industrie du fer entre le Canigou et le Couserans de l'Antiquité au milieu du XVIIe siècle. Seuls des résultats préliminaires sont publiés à ce jour (Mach & Pagès 2021). Pour l'ensemble de ce secteur pyrénéen, on dispose donc d'une carte de répartition des vestiges assez fournie, surtout pour les vestiges d'ateliers (**fig. 30**), mais les données précises sur les mines anciennes sont rares.

Outre les mines de Baillestavy, quelques autres chantiers avec une phase d'activité ancienne sont connus sur le secteur (**fig. 30**), mais les indications chronologiques se limitent à du ramassage de mobilier en surface, dans les galeries ou dans les haldes*. Les reprises médiévales et plus récentes ne facilitent pas non plus l'identification des anciens ouvrages. Cinq sites miniers sont ainsi attribués au début de la période romaine, mais seuls trois d'entre eux sont identifiés précisément. Les deux autres correspondent à d'anciennes mentions mal localisées. Pour commencer avec ceux que l'on connaît mieux, sur la commune de Corsavy, le secteur minier de Batera a livré de nombreux vestiges mobiliers d'époque tardo-républicaine et augustéenne, recueillis en prospection par J. Kotarba. Les travaux anciens sont datés par le mobilier observé dans les haldes* et autour des travaux, ce qui permet de le relier à une phase d'activité et non d'abandon (Kotarba *et al*. 2007, 317). Pour la commune de Montbolo, deux mines anciennes sont signalées. La première aurait livré des tessons d'amphores au propriétaire du mas dans la cave duquel la galerie débouche, selon les indications d'un ingénieur du BRGM. Pour la seconde, dans une zone de minéralisations à cuivre et plomb argentifère, les tessons d'amphore de type Dressel 1A sont abondants dans les haldes* et sur les remblais dans les galeries. Cela indique vraisemblablement une phase d'activité autour de la fin du IIe siècle av. n. è. et du Ier siècle av. n. è. (Kotarba *et al*. 2007, 417). Enfin, le dernier site ancien connu avec un peu de précision est celui de la Collade de Bernadell, qui s'ouvre juste de l'autre côté

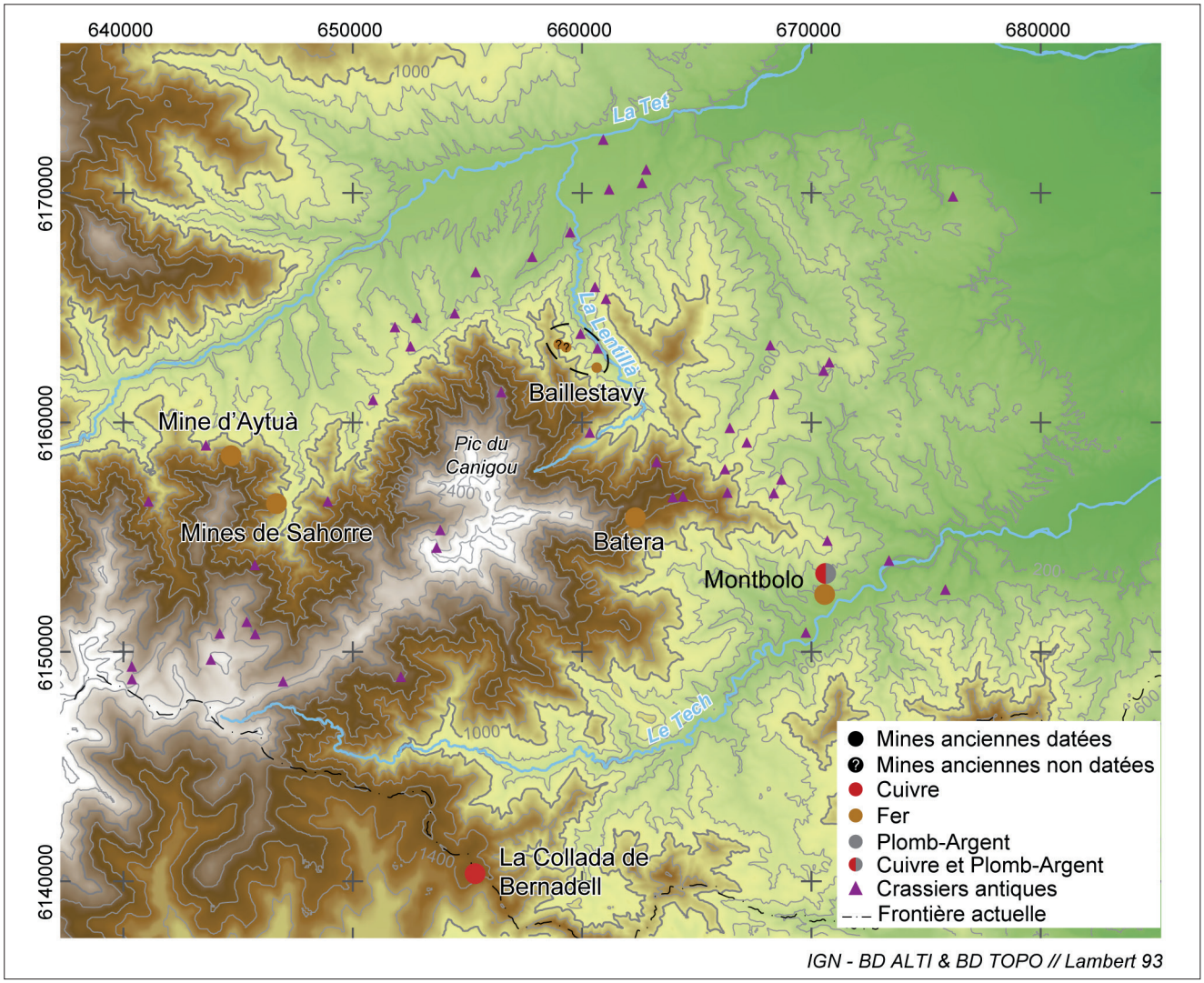


Fig. 30. Les mines et ateliers anciens des Pyrénées orientales. *E. Meunier 2018*

de la frontière espagnole. Des tessons d'amphore Dressel 1A et de sigillée y ont été recueillis (Barrouillet *et al.* 1989, 24). Côté espagnol, ce site est connu sous le nom de Les Ferreres, et apprécié des amateurs de minéraux (Berbain *et al.* 2005). Nous avons eu la possibilité d'en visiter la partie supérieure en 2014, avant qu'une grille ne soit installée devant l'entrée pour éviter les pillages de minéraux (fermeture en 2016[1]). Les reprises récentes sont bien visibles par les aménagements encore en place aux alentours (bâtiments abandonnés, cuves, haldes*). Les travaux anciens forment un réseau complexe qui demanderait une étude poussée pour être appréhendée, et il est possible que l'exploitation ait démarré par des grattages de surface. Les archives font aussi référence à une exploitation médiévale. Les travaux souterrains ont fait l'objet de relevés par les minéralogistes mais il n'y a pas eu d'étude d'archéologie minière à ce jour (Rosell *et al.* 2014).

Pour les mines mal localisées, nous avons tout d'abord celle d'Aytuá (Escaro), dans laquelle une trouvaille de monnaie de L. Verus a été signalée au XIXe siècle (Kotarba *et al.* 2007, 374). Ensuite, les mines de Sahorre auraient également livré des outils romains selon des mentions de D. Henry au XIXe siècle (Kotarba *et al.* 2007, 540). Nous ne prenons pas en compte ici les mentions de vieux travaux sans aucune précision, ni les indications de mobilier proches de mines, mais sans lien direct avec elles (hors des haldes* ou des travaux).

Le nombre de ferriers* attribués à l'Antiquité est en très net décalage avec les rares mines connues pour la même période. Il est évident que l'extraction minière ancienne a été bien plus importante que ce que l'on en perçoit aujourd'hui. Cependant, en l'absence de sites identifiés sur le terrain et de leur étude archéologique, il n'est pas possible d'aborder cette question autrement que par des conjectures. Le cas des mines de fer de Baillestavy et les études qui ont été faites sur les ferriers* et ateliers apportent tout de même quelques précisions.

1 Article du journal *NacióRipollès* en ligne, consulté le 07/02/2022 : https://www.naciodigital.cat/elripolles/noticia/27766/restringeixen/acc/mina/ferreres/rocabruna.

Les ateliers sidérurgiques

Les travaux archéologiques ont concerné majoritairement les sites d'activité métallurgique. Les crassiers nombreux et souvent imposants sont datés par le mobilier qui y est associé, principalement des tessons d'amphore pour la période antique. La chronologie générale de l'activité est donc attestée entre les IIe siècle av. n. è. et Ier siècle de n. è., certains sites étant encore actifs à l'Antiquité tardive (Mut 2001, 145 ; Mut & Kotarba 2007, 149). Les sites médiévaux sont aussi représentés, mais en moindres proportions. Les ferriers* peuvent se trouver aussi bien à flanc de versant que dans des agglomérations. Ils sont constitués bien évidemment majoritairement de scories, mais recèlent également des parois de fours et des tuyères associées à des scories écoulées. Leur volume peut atteindre plusieurs centaines de milliers de mètres cubes pour les plus imposants (Mut 2001, 146-147 ; Mut & Kotarba 2007, 148-153). On relèvera également la présence de môles de scories agglomérées qui dépassent le mètre de hauteur et peuvent atteindre jusqu'à plus de 20 m de longueur. Ce type de vestige est à ce jour uniquement connu dans le Canigou et associé à la période républicaine. On les retrouve sur des terrains en forte pente et ils sont souvent groupés par 3 à 5, ce qui peut indiquer des ateliers en batterie en amont. Leur processus de formation n'est pas clairement défini à ce jour (Mut & Kotarba 2007, 151 ; Pagès 2017, 257-258).

Certains ferriers* ont été réexploités au XXe siècle (Mut & Kotarba 2007, 148). Cet aspect est à prendre en compte lorsque l'on s'intéresse à la quantification de la production. Des aires à scories qui semblent aujourd'hui très réduites peuvent ne représenter que ce qui a été délaissé lors de ces réexploitations. Ce problème de l'évaluation du volume des ferriers* a été évoqué récemment par G. Pagès qui propose de systématiser l'utilisation de plusieurs critères métrologiques de surface complétés par les données de sondages ponctuels (Pagès 2017, 252-259). Même si le volume de fer produit ne peut être évalué pour le moment, l'intensité de l'exploitation dès la période républicaine est évidente.

Une organisation transparaît également dans la répartition des sites : les crassiers les plus imposants se situent dans les zones de montagne, près des mines. Ces sites de grandes dimensions sont censés produire des demi-produits (barres ou lingots) plutôt que des objets. Leur grande taille reflète par elle-même une activité durable et nécessairement bien structurée : charbonniers, métallurgistes et transporteurs se devaient de travailler en intelligence avec les mineurs pour mener à bien la production (Mut & Kotarba 2007, 148-151). Le mobilier domestique retrouvé mêlé au ferrier* de St-André à Baillestavy lors de sa fouille indique que des habitats pérennes se situaient à proximité. La provenance du mobilier reflète un approvisionnement régional avec de la céramique du Languedoc, accompagnée par des importations de campanienne A ou encore de céramique arétine, ainsi que des amphores italiques et ibériques (Mut 2001, 149). G. Pagès considère ce secteur du massif du Canigou comme une zone de production dispersée formant un grand district (Pagès 2010, 25). Sa définition du district correspond à un regroupement d'ateliers individuels dans un espace donné, en fonction des ressources en minerai (Pagès 2010, 18). Il pose également la question d'une évolution vers un fonctionnement en complexe à partir du Haut Empire, à l'image de ce qui se passe pour la Montagne noire (Pagès 2010, 28-29). Cette option semble tout à fait probable si l'on se fie aux indications données par les prospecteurs de cette zone au sujet des très grands crassiers et de la possibilité de fonctionnement de certains ateliers en batterie pour la production des môles retrouvés par groupes, comme indiqué plus haut.

La poursuite de l'exploitation du fer à l'Antiquité tardive et au cours du haut Moyen Âge est mal connue, mais il a été proposé que les petits crassiers isolés qui ne livrent pas de mobilier, parfois situés en altitude, correspondent à cette phase. Ils seraient le signe d'une activité secondaire menée par des bergers ou charbonniers lors de leurs déplacements près de zones minéralisées, qui auraient pu approvisionner les habitats contemporains sur lesquels une activité de forge est attestée (Mut & Kotarba 2007, 153).

Le démarrage de l'activité est une autre inconnue de taille. Les vestiges mobiliers identifiés se rapportent au plus tôt au IIe siècle av. n. è., comme nous l'avons vu. G. Pagès propose de voir dans cette chronologie une preuve de l'implication de Rome dans le démarrage de l'exploitation des ressources sidérurgiques régionales, interprétation qu'il étend à l'ensemble de la Gaule méditerranéenne (Pagès 2014, 52 et 61). Cette proposition semble difficile à accepter d'emblée, quand on connaît le faible nombre de crassiers fouillés. Comme le rappellent G. Mut et J. Kotarba : "Évidemment, les premières activités ont été recouvertes par les activités postérieures. […] C'est donc souvent la fin d'activité d'un ferrier* qui sera datée […]." (Mut & Kotarba 2007, 150). La phase tardo-républicaine correspondant bien à une phase de production très intensive, les éventuels vestiges antérieurs auront d'autant plus de risques d'avoir été ensevelis sous des mètres cubes de scories, et de passer totalement inaperçus en prospection. Enfin, on rappellera que les crassiers du Pays basque datés dès les IVe et IIIe siècles av. n. è. ont été reconnus grâce à des datations par le radiocarbone. Le mobilier

recueilli en surface ne faisait pas référence à ces périodes plus anciennes (voir partie 1, chapitre 2, p. 38). Il semble donc raisonnable de garder un doute sur le démarrage de l'exploitation des ressources en fer du Canigou. Le sujet des mines va d'ailleurs apporter quelques compléments sur cet aspect.

Les mines de fer de la commune de Baillestavy

La commune de Baillestavy comporte de nombreux travaux miniers, récents pour la plupart (**fig. 31**). Nous n'aborderons que le cas de ceux qui ont fait l'objet d'une étude d'archéologie minière, au nombre de quatre. Ces travaux sont situés le long d'une faille minéralisée orientée N100° à N120°, renfermant un minerai de fer riche en oxy/hydroxydes, en particulier de la goethite*. L'encaissant est une roche calcaire, et on trouve également des carbonates et sulfures de fer dans certains secteurs exploités. L'étude des parements a permis de différencier les parties de réseaux ouvertes à l'outil ou à la poudre, et de faire une première discrimination entre les travaux modernes et ceux qui pouvaient être plus anciens. Le site de Penya Blanca n'a ainsi livré que des vestiges montrant une ouverture à la poudre. Si des travaux anciens avaient existé sur cette mine, ils ont été totalement effacés par la reprise moderne (Munteanu *et al.* 2017, 273-274).

Ensuite, deux autres mines livrent des vestiges pouvant être anciens mais non datés : Mas Morer et La Coume. Pour le site de Mas Morer, l'étude des parements a permis d'identifier quatre phases d'activité différentes, deux à l'outil et deux à l'explosif. La fouille de l'une des galeries ouvertes à la pointerolle n'a malheureusement pas livré d'élément de datation. Ces travaux anciens, qui ont suivi le filon depuis la surface, restent donc de chronologie indéterminée (Munteanu *et al.* 2017, 270-272). Le site de La Coume est un réseau bien plus développé, étagé sur cinq niveaux d'exploitation lors de sa fermeture en 1967. Les vestiges anciens sont encore visibles ponctuellement au niveau de l'entrée supérieure et dans un tronçon de galerie de la partie haute des travaux. On peut en déduire que le démarrage de l'exploitation a attaqué l'affleurement par un chantier à ciel ouvert dans lequel des lambeaux de parois anciennes et des fronts de taille* suspendus sont visibles en hauteur. Quant au tronçon de galerie ancienne, il est en fait identifié uniquement par sa sole*, où des marches ont été taillées à l'outil. Élargi à la poudre, on peut uniquement restituer une largeur à la sole* d'environ 70 cm pour cette galerie ancienne. Ce site n'a pas livré de mobilier ancien et n'a pas été fouillé, les remaniements importants dus à l'exploitation récente laissant peu de chances de trouver des niveaux anciens en place (Munteanu *et al.* 2017, 274-276).

Enfin, le dernier site étudié, et pour lequel on dispose d'éléments chronologiques, est celui de Mas Bourras (Munteanu *et al.* 2017, 274-276). Cette mine se trouve à proximité immédiate de celle de La Coume mais n'a pas été autant affectée par les reprises récentes. Le corps filonien exploité renfermait des oxy/hydroxydes de fer et des carbonates sont aussi identifiés. L'entrée des travaux est formée par une bouche elliptique qui s'ouvre dans le sol actuel et qui donne accès à une grande salle de près de 20 m de long pour 10 m de large (**fig. 32**). Cette salle résulte d'élargissements multiples en partie récents. Les travaux anciens sont identifiés par les coups de pointerolle visibles aux parements de plusieurs galeries latérales et dans un chantier vertical. Huit encoches à poutres anciennes ont aussi été identifiées dans des secteurs ouverts à l'outil. Elles témoignent d'un aménagement ancien de plateformes de travail sur plusieurs niveaux. Il faut également signaler que les travaux à l'outil se sont limités aux corps de minerai suivis et n'ont pas attaqué le stérile, contrairement aux reprises à la poudre. La rentabilité des travaux était donc plus facile à assurer pour ces phases anciennes.

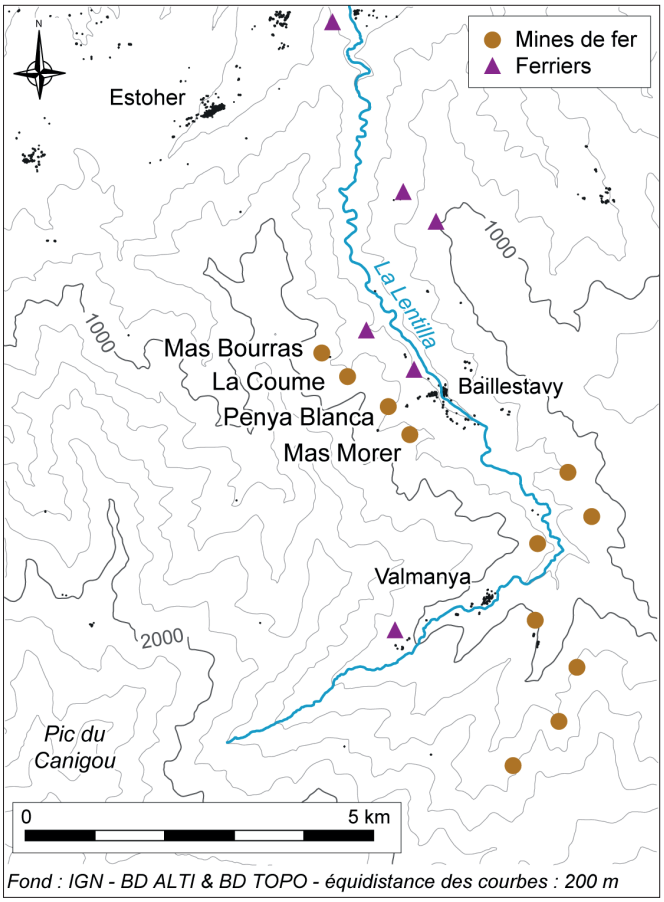


Fig. 31. Mines de la vallée de la Lentilla (d'après Mut 2001, fig. 1 et Muntenau *et al.* 2017, fig. 2). *E. Meunier 2018*

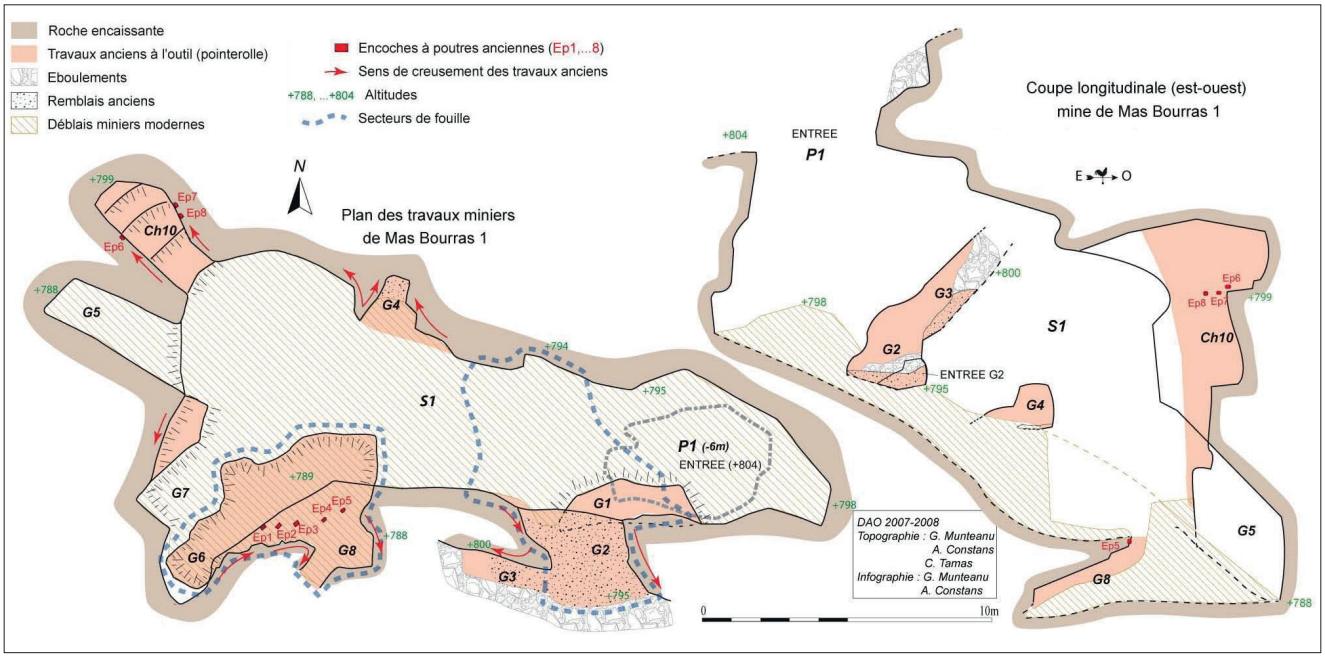


Fig. 32. Mine de Mas Bourras, plan et coupe des travaux (d'après Munteanu *et al.* 2017, fig. 8). *E. Meunier 2022*

Deux sondages ont été réalisés dans cette mine (Munteanu *et al.* 2017, 279-282). Le premier, dans la galerie G8, n'a pas permis d'atteindre la sole* car les travaux se poursuivaient en profondeur et les conditions de sécurité n'étaient plus réunies pour la poursuite de la fouille. Le second, réalisé dans la galerie G2, a permis de différencier la partie nord, plus affectée par des remaniements récents, de la partie sud, qui conserve des déblais liés à l'activité minière ancienne. Un tesson d'amphore de type Dr. 2-4 a été recueilli sur la sole* arénisée vers le nord. Une datation par la thermoluminescence effectuée sur ce tesson, couplée aux indications typologiques, situe l'occupation au Ier siècle de n. è. Côté sud, un charbon a été daté dans le niveau de remblai ancien le plus haut dans la stratigraphie, scellé par des niveaux d'éboulis et de remblais plus récents. La datation obtenue correspond au premier âge du Fer, entre les VIIIe et Ve siècles[2].

Cette date peut surprendre, surtout dans une position stratigraphique si haute, comparée avec le tesson d'amphore retrouvé sur la sole* dans la coupe nord. Elle ne correspond évidemment pas directement au creusement de la galerie G2, d'autant plus qu'une US interprétée comme un dépôt de sédiments fins issus de colluvionnement est identifiée en dessous, montrant un abandon temporaire de l'activité dans ce secteur. Toutefois, l'identification du charbon à une branchette de pin confirme qu'il n'y a pas de risque d'effet "vieux bois". D'un autre côté, la nature de l'US, composée de débris rocheux calibrés, correspond bien au résultat d'une exploitation à l'outil, comme l'indiquent les auteurs. Le déplacement de remblais d'une galerie à une autre est un phénomène courant dans les mines exploitées sur la longue durée. On peut donc supposer que cette mine a été ouverte au premier âge du Fer et qu'elle a connu au moins une phase de reprise au Ier siècle de n. è. Les parties colmatées ont dû être dégagées lors des différentes phases de reprise, entraînant des remobilisations de niveaux plus anciens, illustrées par les déblais du premier âge du Fer amoncelés dans la partie supérieure de la galerie G2. En faveur d'une exploitation ancienne du fer dans la région, le cas de dépôt de quelques blocs de minerai de fer dans le sanctuaire de La Fajouse (Argelès-sur-Mer), dans des niveaux datés de la fin du Ve siècle av. n. è., est également signalé (Dunyach 2013, 14).

Les vestiges miniers anciens sont somme toute très peu connus et ne permettent pas vraiment de caractériser l'activité d'extraction du fer dans ce secteur géographique. Si l'on en croit le nombre d'ateliers actifs entre le IIe siècle av. n. è. et le Ier siècle de n. è. au minimum, dont on possède une idée par les crassiers identifiés, les mines devaient elles aussi être nombreuses à cette période. L'organisation de l'activité métallurgique, indispensable pour faire fonctionner de si nombreux ateliers, devait certainement se retrouver au niveau des mines également. Les reprises récentes limitent fortement les possibilités de préciser ce qu'il en était pour les périodes anciennes. Mais l'absence presque totale d'étude

2 Datation ETH-36403 : 2435 ±50 BP soit 755-678 cal BC, 669-603 cal BC ou 598-404 cal BC.

archéologique des mines y est aussi pour beaucoup. La datation du premier âge du Fer obtenue à Mas Bourras, pour des débris d'abattage à l'outil, montre toutefois que les populations locales ont pu exploiter leurs ressources en fer bien avant l'arrivée des Italiens dans la région, au IIe siècle av. n. è., même si l'échelle de production ne semble pas avoir été la même.

Chapitre 6. Les Corbières

Le massif des Corbières est une autre zone riche en ressources métalliques et minérales qui a fait l'objet d'une exploitation jusqu'au milieu du XXe siècle. Il s'agit de terrains de basse montagne situés dans une zone d'interface entre la Méditerranée, la péninsule Ibérique, le Narbonnais et la Gaule interne. Le polymétallisme est une des principales caractéristiques de ce massif, lié à une histoire géologique complexe qui a vu plusieurs épisodes métallogéniques se succéder (Mantenant & Munoz 2017, 155-156). Les gîtes à dominante non ferreuse, associant cuivre, plomb et argent, sont concentrés au sud du massif alors que les gisements à fer dominant se rencontrent plutôt vers le nord, la zone centrale renfermant les deux types de minéralisations (Mantenant 2014, vol. I, 28-29). Pour les non ferreux, les associations minérales ne permettent pas d'individualiser une substance métallique exploitée parmi les trois sans étude géologique détaillée d'une mine.

Les recherches archéologiques sur les mines et la métallurgie primaire y ont été assez limitées jusqu'à la fin des années 2000. Dans les années 1970, les travaux de prospection de G. Rancoule et Y. Solier, orientés sur le peuplement des Corbières à l'âge du Fer, leur permettent d'aborder quelques-uns des principaux secteurs miniers (Rancoule & Solier 1977). Par la suite, des travaux universitaires menés dans les années 1980 par C. Cambon, G. Langlois, P. Marsac et E. Krawszyk viennent compléter les prospections et conduisent à l'identification de nouveaux sites miniers et métallurgiques (Mantenant 2014, vol. I, 82-83). Enfin, les années 1990 voient de nouvelles recherches conduites sur la métallurgie du fer par B. et P. Pauc. Les prospections représentent la plus grande part du travail effectué.

Les fouilles et sondages sont rares, mais quelques cas sont à signaler. Ainsi, le crassier* de La Ferrière (Montjoi) est fouillé en sauvetage par G. Rancoule au début des années 1970. Des opérations de sondage ponctuelles eurent également lieu dans certains sites miniers, confirmant une exploitation antique ou médiévale (Langlois 1989 ; Mantenant 2014, vol. I, 83). Les nouvelles recherches de terrain menées entre 2008 et 2012 par J. Mantenant dans le cadre de sa thèse (Mantenant 2014) sont venues compléter l'inventaire des sites anciens et préciser certaines modalités de l'exploitation des ressources métallifères des Corbières. Les sondages ont là encore été très limités dans les mines (trois) et un peu plus fréquents sur les ferriers* (sept)[1]. Des fouilles menées par la suite sur le site métallurgique du Camp del Oliu (Duilhac-sous-Peyrepertuse) apportent des données supplémentaires sur le traitement des minerais de cuivre argentifère pour la période antique, procédé toujours mal connu (Mantenant 2014, vol. I, 225-247 ; Mantenant & Munoz 2017, 163-174).

Toutes ces recherches ont permis de mettre en évidence des foyers d'activité anciens et d'autres sites isolés. Tous sont situés à des altitudes peu élevées, entre 300 et 600 m, et *a priori* accessibles toute l'année. Les secteurs où la répartition de vestiges anciens est plus dense sont ceux du plateau de Lacamp et du Sarrat de Germa (**fig. 33**). Les reprises modernes, souvent intensives, ont fortement altéré les chantiers anciens. Les mises en sécurité récentes de nombreuses mines de fer limitent les possibilités même d'en rechercher les traces, malgré les prospections réalisées. Par exemple, les travaux miniers de Pech-Courbère ne livrent aucune trace claire d'une action ancienne, mais des tessons de céramique et d'amphores sur la halde* se rapportent pourtant à une phase d'activité tardo-républicaine (Mantenant 2014, vol. I, 224). Cette période est la mieux représentée parmi les vestiges anciens, aussi bien pour la triade cuivre-plomb-argent que pour les mines de fer. Cela est dû à la méthodologie de recherche appliquée, qui a

1 Sur les trois sondages effectués en mine, l'un n'a pas livré d'élément de datation (mine de cuivre-argent de La Caunetta 8), un autre n'a livré que des éléments récents (mine de fer de Montredon) et le troisième (mine de cuivre-argent de La Caunetta6) a livré du mobilier et des charbons qui ont pu être datés (Maintenant 2014, vol. I, 198 et 260).

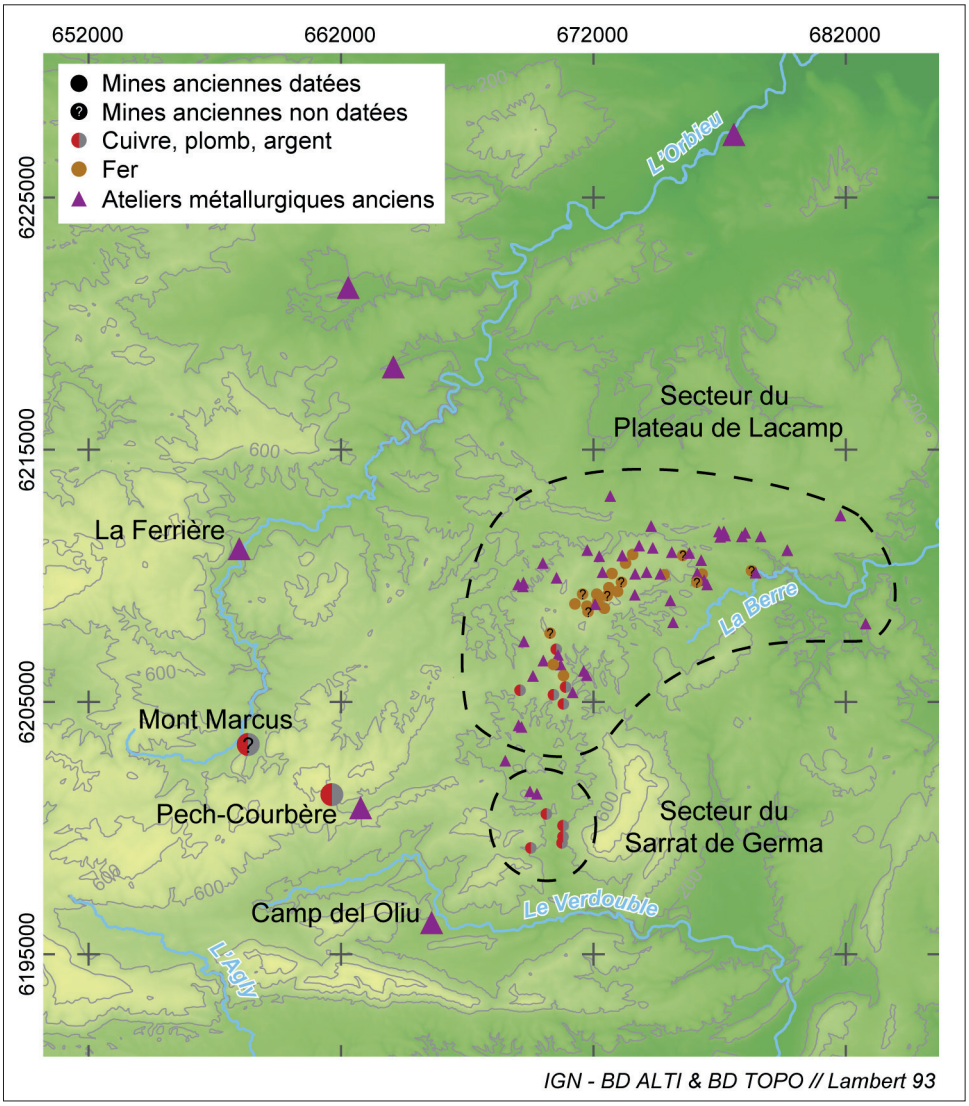


Fig. 33. Les mines et ateliers métallurgiques anciens des Corbières (d'après Mantenant 2014 et Rancoule & Solier 1977). *E. Meunier 2018*

consisté, pour les différents archéologues qui ont travaillé sur ce terrain, en des prospections, très rarement accompagnées de sondages dans les travaux. Les sites anciens sont ainsi, pour une écrasante majorité, identifiés par les techniques d'ouverture (au feu ou à l'outil par opposition à l'explosif) et par du mobilier sur les haldes* ou à la surface des remblais dans les chantiers. Les tessons d'amphores italiques sont les plus fréquents, régulièrement accompagnés de céramique campanienne (type A majoritaire) et de céramique ibérique (type *sombrero de copa*), ainsi que de céramique commune locale ou régionale (Mantenant & Munoz 2017, 158). Du mobilier un peu plus tardif a été identifié sur une partie des sites de réduction du fer, avec notamment de la céramique sigillée arétine et sud-gauloise, indiquant une activité au Ier siècle de n. è. (Rancoule & Solier 1977, 28-29).

Ces éléments de surface sont loin de caractériser l'ensemble des phases d'exploitation du Massif des Corbières. On sait par les archives et publications anciennes qu'il y a eu des exploitations médiévales (Langlois 1989, 37-38 ; Mantenant 2014, vol. I, 221 et 225). On ne peut cependant les distinguer des phases plus anciennes seulement par les techniques et elles ne sont pas associées à du mobilier abondant. L'attribution des ouvrages à une phase ou à une autre reste donc délicate en prospection. De même, le démarrage de l'exploitation des ressources de cette région reste également très mal cerné. J. Mantenant est bien conscient dans sa récente synthèse des limites des données chronologiques disponibles (Mantenant 2014, vol. I, 207-209, 278-281, 300 et 325). Tout en admettant une origine de l'exploitation plus ancienne, il attribue tout de même à la période comprise entre la fin du IIe et le début du Ier siècle av. n. è. la phase de mise en valeur principale des gisements non ferreux (Mantenant & Munoz 2017, 175). Pour les exploitations sidérurgiques, la fourchette chronologique est élargie au Ier siècle de n. è. (Mantenant 2014, vol. I, 320-325). La poursuite de l'exploitation du fer pendant la période

romaine est mal connue, mais des datations obtenues sur deux ferriers* fouillés confirment qu'elle a eu lieu, avant les reprises médiévales sur tous les contextes (Mantenant 2014, vol. I, 281 et 359). Le bilan proposé concernant les modes d'exploitation anciens est cependant supposé caractériser la phase tardo-républicaine.

Les modes opératoires miniers avant l'utilisation de la poudre

Cette présentation restera volontairement générale, les imprécisions chronologiques ne rendant pas pertinentes des descriptions de chantiers individuelles. Les mines dédiées à l'exploitation des métaux non ferreux sont mieux connues car mieux préservées des reprises modernes ou plus récentes, en particulier dans le secteur du Sarrat de Germa. Les morphologies des minéralisations jouant un rôle important dans la morphologie des ouvrages miniers, il faut tout d'abord signaler que ce sont majoritairement des amas qui ont été exploités pour le fer, ainsi que les zones d'altération superficielles ayant formé les chapeaux de fer. Dans le cas des gisements non ferreux, les structures filoniennes ont concentré l'attention des mineurs, mais des amas barytiques ont également été travaillés plus ponctuellement. Les mines ayant exploité des amas se présentent sous la forme de fosses ou d'ouvrages souterrains au profil plus irrégulier ; ceux ayant exploité des filons sont globalement allongés et étroits. Les filons ayant également majoritairement un pendage très prononcé tirant vers la verticalité, ils ont donné lieu à des chantiers très inclinés voire verticaux. Ces derniers ont été exploités par étages horizontaux d'un à deux mètres de hauteur que l'on identifie par les resserrements observés dans les profils transversaux des chantiers (Mantenant 2014, vol. I, 202 ; Mantenant & Munoz 2017, 160).

Les minéralisations ont toutes été attaquées depuis les affleurements. La silicification, qui se rencontre généralement aux épontes* des minéralisations, a entraîné une érosion différentielle affectant d'abord les roches encaissantes stériles et laissant en relief les structures métallifères. Des petits grattages ou encore des tranchées étroites et courtes (1 m de large pour 3 à 4 m de longueur max.) témoignent de prospections et de recherches, parfois associées à du mobilier tardo-républicain, mais la plupart du temps non datées. Certaines galeries de recherche montrent que la géologie était bien comprise par les mineurs, qui ont tenu compte du pendage des minéralisations en se décalant dans sa direction (Mantenant 2014, vol. I, 200-201 et 264).

Les exploitations peuvent se développer aussi bien à ciel ouvert, en fosse ou tranchée, qu'en souterrain. Le comblement fréquent des chantiers ne permet pas toujours de savoir si les travaux à ciel ouvert se poursuivaient en souterrain ou non. Il semble cependant, pour les chantiers exploitant les non ferreux et d'après les indications des archives, que les travaux anciens se concentraient dans les zones superficielles, où les altérations des minerais primaires ont provoqué des enrichissements en cuivre et en argent. La préférence pour ces zones enrichies expliquerait la compartimentation de certaines exploitations sur filon interrompues dans les zones moins riches (Mantenant 2014, vol. I, 203). Dans le cas des mines de fer, la plupart des vestiges, bien que non datés, sont des fosses de dimensions limitées ayant exploité de petits amas discontinus. Le comblement des chantiers et les mises en sécurité des ouvrages plus grands ont fortement limité les possibilités d'étude. Les quelques chantiers souterrains ouverts à l'outil, bien que mal datés, sont d'ampleur limitée et les creusements ont suivi au plus près la minéralisation, leur donnant une morphologie irrégulière correspondant à celle des amas exploités. L'observation des travaux permet parfois de distinguer plusieurs phases d'exploitations, sans toutefois conduire à préciser la chronologie (Mantenant 2014, vol. I, 264-265).

Un autre aspect signalé par l'auteur est la rareté des ouvrages d'assistance. Dans le cas de chantiers de faible ampleur, ils n'étaient pas forcément nécessaires. Les réseaux plus importants étant en général remblayés, les possibilités d'observation ont aussi été limitées. Des piliers transversaux laissés en place par les mineurs dans quelques chantiers jouaient toutefois un rôle dans le soutènement et facilitaient la progression dans les ouvrages verticaux (Mantenant 2014, vol. I, 212). L'absence généralisée de galerie d'exhaure* peut être due à l'altitude des travaux, au-dessus de 300 m, supérieure au niveau des sources. L'écoulement pouvait également se faire par des fissures ou par des cavités karstiques (Mantenant 2014, vol. I, 205). Un ouvrage d'exhaure* a toutefois été identifié, la galerie de La Canal, au sud du secteur du Plateau de Lacamp, mais il n'est pas daté (Cambon 1989 ; Mantenant 2014, vol. I, 214-218). Il s'agit d'une longue galerie de plus de 250 m, creusée à l'outil, et attribuée aux Romains par les érudits du XVIIIe siècle. Globalement rectiligne sur près de 180 m, elle forme ensuite une large boucle avant de revenir au point où elle serait arrivée en continuant sur sa direction première. Des éboulements empêchent toute exploration des travaux vers lesquels elle conduisait. Un petit canal surcreusé à la sole* capte une petite source à 230 m de l'entrée. Ce canal était recouvert de dalles

pour ne pas gêner la circulation. Cette galerie, large et haute (en moyenne 1,63 m de large sur 1,67 m de haut), permettait facilement à deux personnes de se croiser. Cet ouvrage aux proportions inédites dans la région minière des Corbières montre un investissement important dans le chantier qu'il dessert. L'absence de datation ne permet pas d'en dire plus.

Mine de La Caunetta 6 : la question du démarrage de l'exploitation

La mine de La Caunetta 6 fait partie du secteur du Sarrat de Germa (**fig. 34**). Un premier sondage a été réalisé au sommet de la halde*, près de l'entrée du réseau, et le second au fond de la partie accessible (Mantenant 2014, vol. I, 198 et vol. II, fig. 167 et 168). Le sondage réalisé sur la halde*, épaisse d'un peu moins de 0,5 m, a permis d'atteindre le sol naturel. Sous la couche d'humus, deux niveaux de rejets miniers ont été identifiés, contenant des débris d'abattage au feu. Le niveau supérieur contenait du mobilier. Le sondage réalisé à l'intérieur du réseau a permis de dégager une stratigraphie conservée sur plus de 1,5 m, comportant neuf US de remplissage. Les quatre US supérieures sont postérieures à l'activité minière. Les US inférieures correspondent à des déblais d'abattage au feu et à l'outil, et concernent donc l'activité dans ce réseau. L'US au sommet de la stratigraphie a livré du mobilier. Des charbons de bois ont été prélevés dans l'US reposant sur la sole* ainsi que dans celle qui correspondait à la phase d'activité la plus tardive pour datation.

Le mobilier provenant de la halde* est similaire à celui du niveau supérieur de remblai dans le réseau. Il s'agit d'amphores italiques et de céramique commune à cuisson oxydante. Ces éléments peuvent se situer dans la deuxième moitié du IIe siècle av. n. è. ou au Ier siècle av. n. è. Le charbon provenant des résidus d'abattage les plus tardifs donne un intervalle de date calibré qui est cohérent avec ce mobilier : 185 cal BC-4 cal AD[2]. Le second charbon, qui provient des débris d'abattage les plus anciens, directement sur la sole*, donne une date antérieure : 365-171 cal BC[3]. L'identification des charbons préalable à leur datation permet d'assurer l'absence d'effet "vieux bois".

Il est vrai que la seconde date intègre le début du IIe siècle av. n. è., ce qui ne présenterait pas une différence importante avec les éléments céramiques et amphoriques identifiés sur ce même site ou dans les environs. Mais l'intervalle recouvre toutefois une bonne partie du IVe et tout le IIIe siècle av. n. è. Cette chronologie apparaissant isolée dans l'ensemble des Corbières (Mantenant & Munoz 2017, 159), l'auteur reste très prudent concernant l'interprétation de cette date ancienne. Cette mine, de dimensions assez réduites pour ce qui en est encore accessible (11 m sur 12 dans ses plus grands axes en plan), ne présente pourtant pas de caractéristiques techniques ou morphologiques qui seraient incompatibles avec une exploitation antérieure au IIe siècle av. n. è. Ouvert au feu et à l'outil suivant des amas minéralisés en sulfosels et carbonates de cuivre, ce chantier a suivi la minéralisation de près, donnant un profil et des contours irréguliers à l'ensemble. Des piliers et massifs stériles ont été laissés en place par les mineurs (Mantenant 2014 vol. I, 198 et vol. II, fig. 162 à 166). Le mobilier tardo-républicain pourrait tout à fait correspondre à une reprise ou à la prolongation d'une exploitation démarrée un peu plus tôt.

Les ateliers de traitement métallurgique

Les vestiges d'ateliers concernent majoritairement le traitement du fer. Seul le site du Camp del Oliu correspond à un site antique de traitement des non ferreux, en l'occurrence du cuivre argentifère (Mantenant & Munoz 2017, 170-174). Plus que les aspects techniques, nous souhaitons présenter ici les éléments révélateurs de l'organisation et de l'ampleur de la production métallurgique dans les Corbières.

Pour les non ferreux, avec un seul atelier identifié, on ne peut évidemment pas tirer de conclusions générales. On peut tout de même confirmer la production de cuivre et souligner que les indices d'une production d'argent sont également présents, avec la présence d'un rouleau de litharge (oxyde de plomb) qui renferme des inclusions de cuivre et d'argent (Mantenant & Munoz 2017, 172). Cet atelier se trouve à quelques 5 km des mines les plus proches, celles du secteur du Sarrat de Germa. Il en est contemporain, avec un mobilier issu des fouilles sur l'atelier qui situe l'activité entre la fin du IIe et le milieu du Ier siècle av. n. è. Cet atelier a pu centraliser le traitement du minerai de plusieurs mines du Sarrat de Germa (Mantenant 2014, vol. I, 248).

Dans le cas des ateliers de traitement du fer, l'activité antique s'étend entre la fin du IIe siècle av. n. è. et le IIIe siècle de n. è., voire le IVe siècle. Les ferriers* sont plus nombreux à livrer du mobilier rattaché à la période tardo-républicaine, qui semble ainsi correspondre à une des phases d'activité

2 Datation Poz-47144 : 2070 ±35 BP (Mantenant 2014, vol. I, 198).

3 Datation Poz-51740 : 2185 ±30 BP (Mantenant 2014, vol. I, 198).

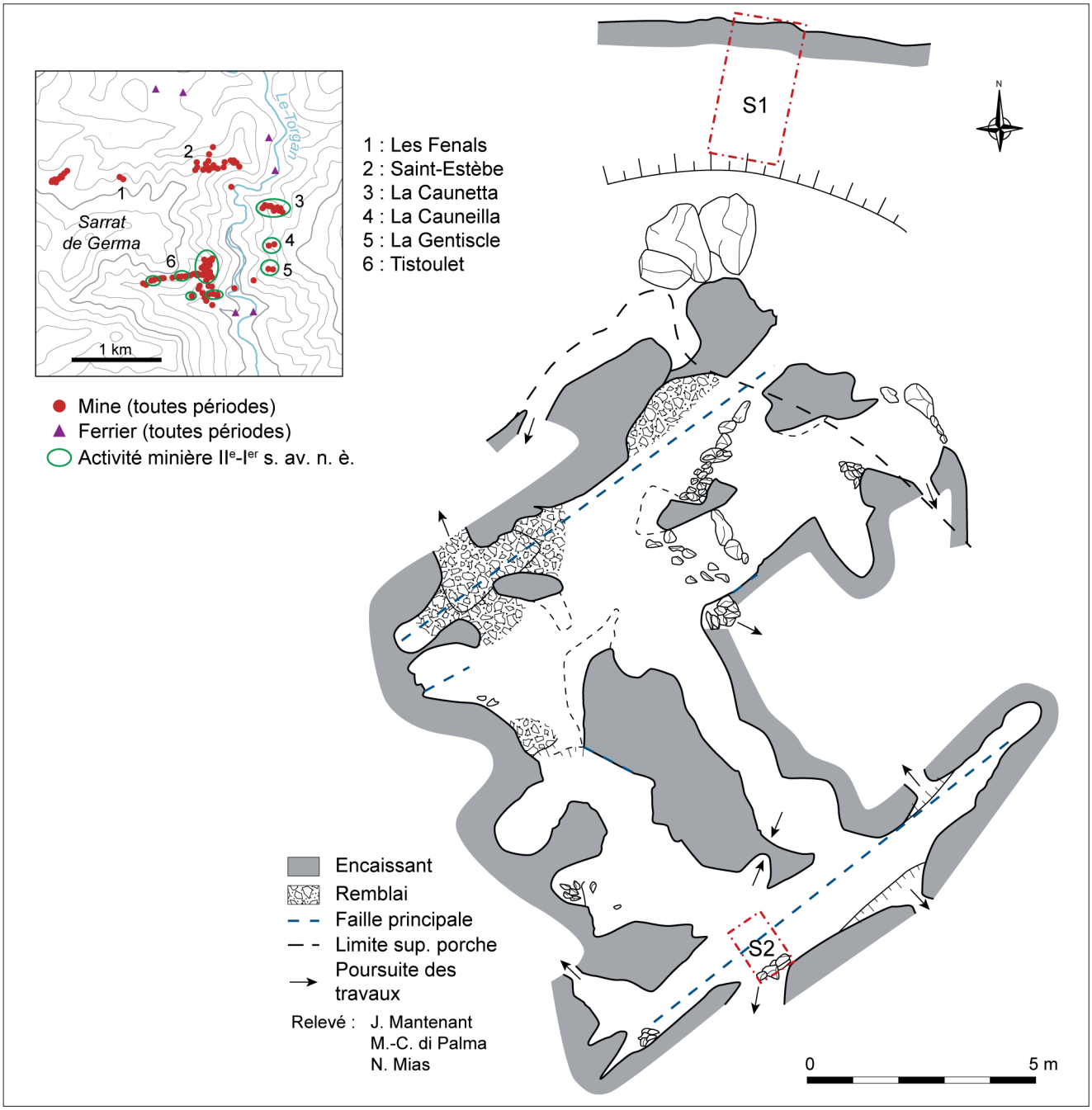


Fig. 34. Mine de La Caunetta 6, localisation et plan (Mantenant 2014, vol. 2, fig. 162 et Mantenant *et al.* 2017, fig. 2). *E. Meunier 2022*

principale. Cependant, la taille réduite de la majeure partie des ferriers* attribués à cette période indiquerait une activité plutôt limitée. Il n'est pas non plus possible de savoir s'ils ont tous fonctionné dans un intervalle de temps court ou s'il s'agit d'une production échelonnée sur plus d'un siècle (Mantenant 2014, vol. I, 281). La période augustéenne semble marquer une évolution vers une concentration de la production, avec des ferriers* de plus gros volume mais moins nombreux (Mantenant 2014, vol. I, 325). Au-delà de cette période, seuls deux sites du plateau de Lacamp montrent que l'activité s'est poursuivie avec des datations radiocarbone situées entre les Ier et IIIe siècles de n. è. Il s'agit de ferriers* de petites dimensions qui témoignent d'une activité de faible ampleur (Mantenant 2014, vol. I, 359). Le schéma très simplifié d'une production peu intensive et dispersée à partir de la fin du IIe siècle av. n. è. qui évolue vers une phase de concentration (période augustéenne) presque sans lendemain, ne peut être pris que comme une première proposition concernant l'évolution de l'organisation de la production. Le nombre de ferriers* mal datés ou pas datés du tout laisse une marge d'incertitude assez ample, comme l'a précisé à plusieurs reprises J. Mantenant.

Chapitre 7.
La Montagne noire

La Montagne noire, terminaison méridionale du Massif central, a fait l'objet d'une intense activité minière bien connue pour les périodes récentes, notamment avec la mine d'or de Salsigne, découverte au XIXe siècle. Les exploitations minières anciennes (**fig. 35**), qui concernent le fer, l'argent, le cuivre et le plomb, sont moins bien connues, même si divers indices ont été relevés çà et là, sur le terrain comme dans les textes médiévaux (Beyrie *et al.* 2011, 41 ; Mantenant 2014, vol. I, 175-181). Parmi celles-ci, la mine des Barrencs (Lastours et Fournes-Cabardès) est la seule à avoir fait l'objet d'une étude de terrain approfondie. Pour les autres, des mentions anciennes de vieux travaux permettent de faire remonter l'exploitation de la mine de La Caunette au XIVe siècle. Sa proximité avec la mine des Barrencs permettait de supposer une activité plus ancienne, mais l'état de conservation du site, où une carrière de pierres est installée, n'a pas permis de le vérifier (Mantenant 2014, vol. I, 178). À Roca das Cors, des travaux ouverts à l'outil et au feu signalés dans les archives témoignent d'une chronologie ancienne, mais les ouvrages visibles aujourd'hui sont tous récents. Une petite recherche ouverte à l'outil avec un tesson d'amphore italique sur la halde* est l'indice le plus direct d'une activité à la période tardo-républicaine, ce qui reste léger. Un épandage d'amphores à proximité indique la présence d'un site contemporain, mais sa relation avec la mine n'est pas certaine (Mantenant 2014, vol. I, 179). Pour la mine de La Cauna, ce sont aussi des mentions anciennes de vieux travaux et de trouvailles d'amphores qui indiquaient une activité antique. Cependant, aucun élément attribuable à cette période n'est visible sur le terrain aujourd'hui (Mantenant 2014, vol. I, 180).

L'autre pôle de recherche dans cette région minière se trouve dans le bassin supérieur de la Dure, où le site sidérurgique antique des Martys est une référence pour la production du fer tardo-républicaine et antique. Les mines

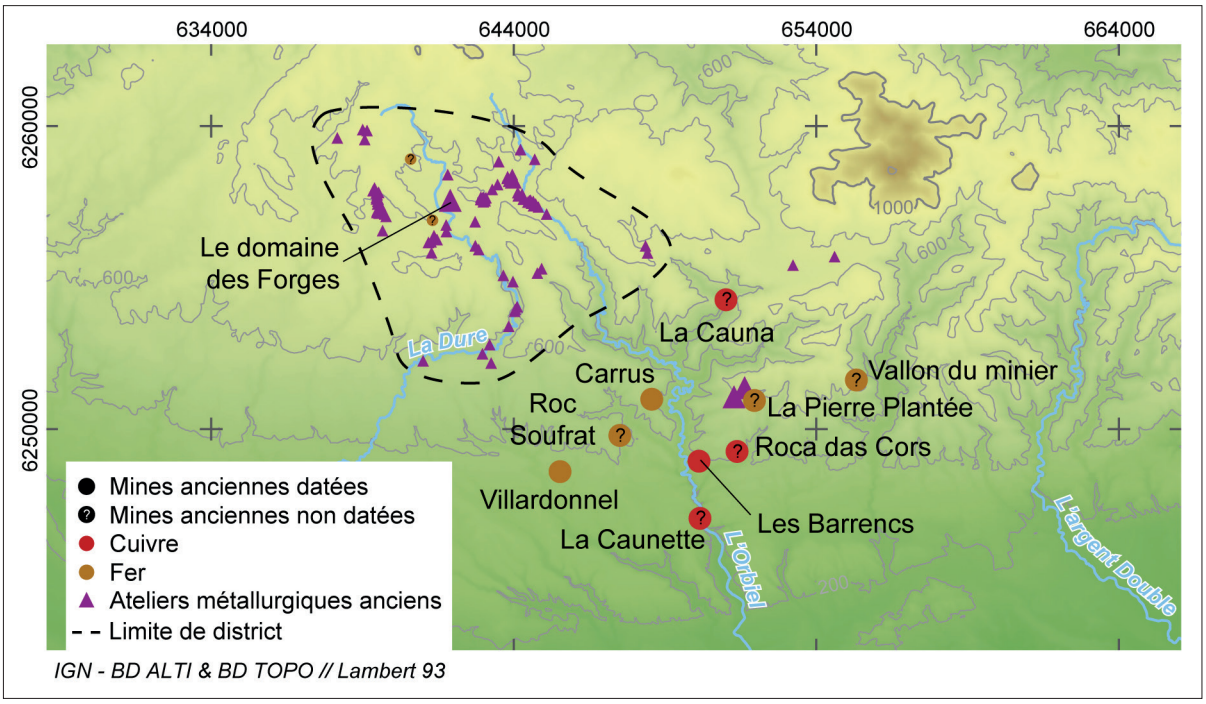


Fig. 35. Mines et ateliers métallurgiques anciens de la Montagne noire (d'après Rico 2016 et Mantenant 2014). *E. Meunier 2018*

de fer associées à ces ateliers sont très mal connues. Des prospections par photographies aériennes en 1981 avaient permis d'identifier des fosses et dépressions interprétées comme des sites d'extraction, mais les vérifications sur le terrain n'ont pas permis de le confirmer. Lors des prospections élargies menées ultérieurement, les mines du piémont sud de la Montagne noire ont été prospectées en surface et en souterrain quand l'accès était possible. Les travaux à ciel ouvert, comblés et investis par la végétation, n'ont pas livré de données exploitables. Du mobilier amphorique a été identifié au niveau des mines de fer de Carrus et des vieux travaux non datés sont connus sur les sites de Roc Soufrat, de la Pierre Plantée, du Vallon du Minier et aux alentours du lac de Laprade. Aucune précision n'est cependant disponible sur les modes d'exploitation si ce n'est à Villardonel, où des tranchées de sondages archéologiques de diagnostic ont révélé la présence de deux chantiers exploités en fosse à ciel ouvert (Rico 2016, 267).

La mine des Barrencs

Cette mine est constituée d'un ensemble de travaux répartis le long de deux groupes filoniens (Munteanu *et al*. 2016, 164). La plupart des vestiges miniers anciens sont actuellement comblés. Entre 2009 et 2012, un programme de recherche a été développé par une équipe de TRACES avec pour objectif d'étudier l'une des exploitations les plus importantes du secteur : les travaux du Mourral de la Grave. Les tentatives malheureuses de reprises d'exploitation du XXe siècle, avec en particulier le creusement d'un grand travers-banc* qui permet d'accéder aujourd'hui à la partie basse des travaux anciens, avaient livré deux informations principales. D'une part, l'ampleur des travaux a été mise en évidence, avec un développement reconnu sur plusieurs centaines de mètres à l'horizontale et plusieurs dizaines de mètres à la verticale. D'autre part, le mobilier céramique qui jalonnait les travaux, des fragments d'amphores italiques en particulier, avait conduit à attribuer cette exploitation à la fin de l'époque républicaine.

L'étude archéologique (Beyrie *et al*. 2011 ; Fabre *et al*. 2012 ; Mantenant *et al*. 2013) a permis de confirmer rapidement la première information relative à l'ampleur des travaux (**fig. 36**). En effet, ce sont bien des centaines de mètres de galeries, dépilages ou autres chantiers que l'on peut parcourir, avec toutefois l'obligation de recourir aux techniques spéléologiques de progression verticale. Ces travaux d'une grande ampleur, qui ont suivi au plus près des structures filoniennes subverticales, ne sont que très peu encombrés de déblais, évacués à l'extérieur dans leur grande majorité.

L'étude gîtologique a permis d'identifier les trois filons sur lesquels ont porté les travaux, ainsi que les différentes minéralisations qui ont été exploitées (Munteanu *et al*. 2016, 168-177). Il s'agit du cuivre, de l'argent et du plomb, présents sous différentes formes, principalement des sulfures. Dans les zones d'enrichissement de la partie basse des travaux, les concentrations peuvent être relativement importantes, avec par exemple plus de 10 000 gr/t pour le cuivre et le plomb ou plus de 1 000 gr/t pour l'argent. La présence de l'or est attestée mais reste anecdotique. La plupart des échantillons prélevés pour analyse proviennent des ponts de roche destinés au soutènement, car le filon a été scrupuleusement récuré dans les moindres recoins par les anciens mineurs. Cette exploitation très soigneuse de la minéralisation a contribué à la sauvegarde des ouvrages : les tentatives de reprises postérieures ont buté sur ce chantier totalement vidé par les Anciens, du moins pour ce que l'on peut en voir dans la partie qui n'est pas ennoyée. Cela a aussi permis aux auteurs de mener une étude technique approfondie des types d'ouvrages existants, qui montrent une organisation poussée de l'exploitation et un niveau technique évolué (Beyrie *et al*. 2011, 49 ; Mantenant *et al*. 2013, 40-41). Cette organisation pensée à l'échelle de la mine transparaît de plusieurs manières. La chronologie relative des ouvrages de certains secteurs montre que l'exploitation de zones riches a été retardée pour permettre la réalisation de travaux de recherches sans porter préjudice à la dynamique d'exploitation générale (Beyrie *et al*. 2011, 49). Des jonctions à différents niveaux entre les secteurs d'exploitation montrent que plusieurs équipes ont travaillé en même temps, de façon coordonnée (Mantenant *et al*. 2013, 40).

L'exploitation a démarré depuis l'affleurement, à plusieurs niveaux sur le versant, et elle s'est déroulée du haut vers le bas (Beyrie *et al*. 2011, 48). Le feu et l'outil ont été utilisés pour l'abattage de la roche. La prospection et la reconnaissance de la minéralisation semblent avoir été réalisées de façon systématique par le biais de puits ou de petites galeries de recherche réparties régulièrement sur la hauteur des travaux, dans le filon. Des ouvrages de recherche en travers-banc* au-delà des épontes* des filons sont également identifiés. Le gabarit des galeries de recherche est régulier, entre 0,8 et 1,35 m de hauteur pour une largeur allant de 0,6 à 1,1 m. Cela ne permet pas de circuler debout et montre un souci de contenir l'investissement dans des ouvrages non productifs (Mantenant *et al*. 2013, 37).

La subverticalité des filons a conduit les mineurs à mener l'exploitation suivant la technique des gradins droits, c'est-à-dire de gradins descendants, dont on observe les reliquats des différents niveaux en couronne*. La largeur des gradins varie de 1 à 5 m et montre la maîtrise des mineurs dans la conduite

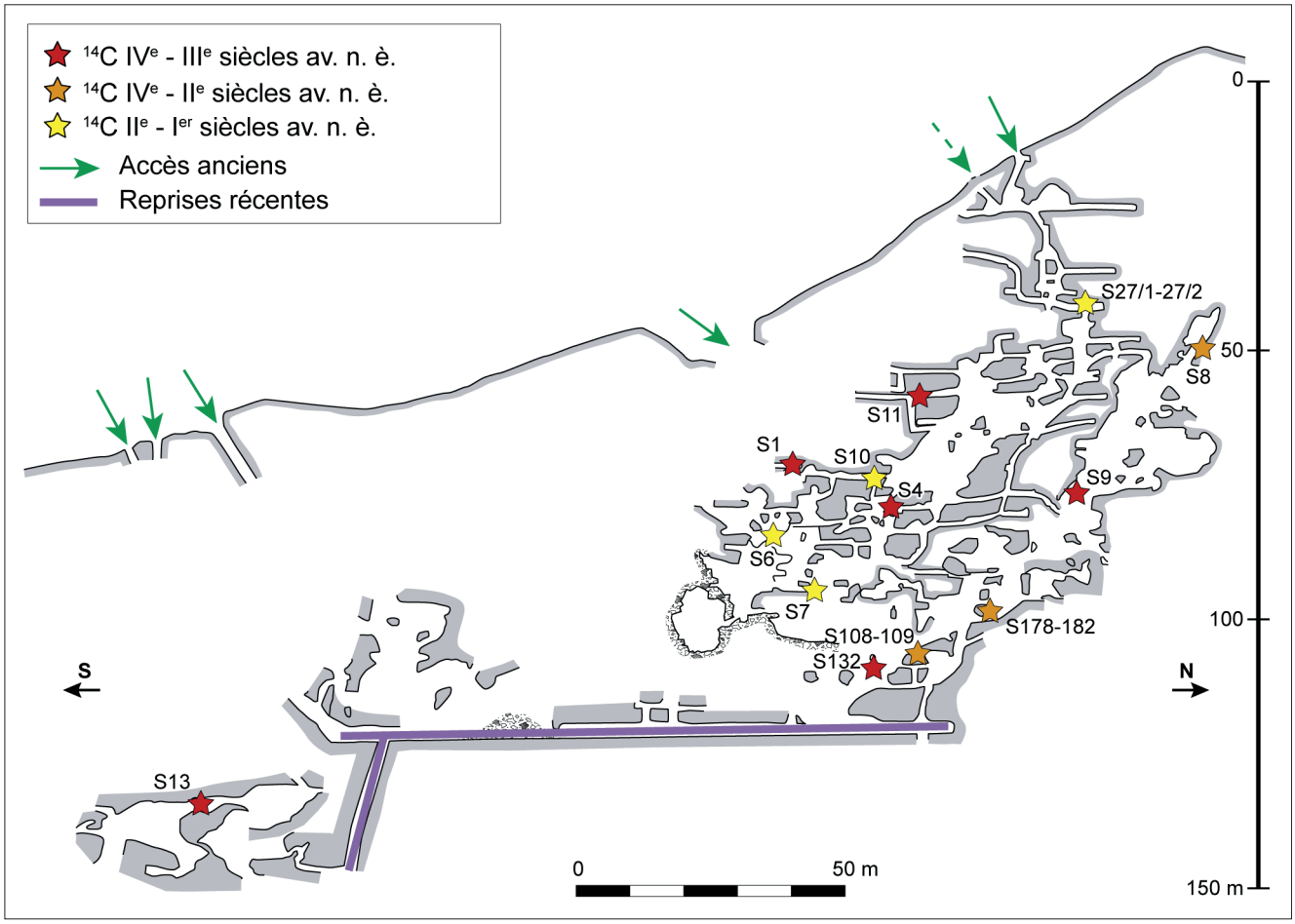


Fig. 36. Coupe simplifiée de la partie principale du chantier du Mourral de la Grave (d'après Mantenant *et al.* 2013, fig. 7). Les n° de sondage font référence aux datations présentées fig. 37. *E. Meunier 2022*

du feu aussi bien sur des volumes réduits que larges, mais également pour conduire l'abattage vers le bas (Mantenant *et al.* 2013, 38). L'utilisation du feu justement impliquait que l'aérage soit efficace et maîtrisé. La configuration générale des travaux, verticaux et avec des entrées à plusieurs niveaux, favorisait la création de courants de convexion. En plus de cette circulation naturelle, des encoches dans les parois d'une galerie permettent de penser qu'une porte avait pu y être installée pour contrôler la ventilation (Beyrie *et al.* 2011, 50). L'exhaure* ancienne de cette mine n'est pas connue. Le fond des travaux étant noyé, les auteurs supposent qu'une galerie destinée à cet effet se trouve dans les niveaux inaccessibles. La topographie à l'extérieur des travaux permet de supposer que cette galerie d'exhaure* ait débouché en bordure du plateau, près de l'Orbiel (Beyrie *et al.* 2011, 50).

Plusieurs sondages réalisés dans les travaux ont permis de récolter des charbons liés à l'abattage au feu à différents niveaux du chantier. Les datations réalisées, au nombre de quinze, situent l'exploitation entre les IVe et Ier siècles av. n. è. (Mantenant *et al.* 2013, 39-40). Six d'entre elles sont centrées sur les IVe et IIIe siècles av. n. è., trois autres couvrent une période allant du milieu du IVe siècle av. n. è. à la fin du IIe siècle av. n. è. et les six dernières sont centrées sur le IIe siècle av. n. è. et la première moitié du siècle suivant (**fig. 37**). S'il y eut bien une activité tardo-républicaine sur ce site des Barrencs, celle-ci n'est qu'une prolongation de travaux nettement antérieurs à la présence romaine dans la Transalpine. L'analyse chrono-typologique des ouvrages, où l'outil a été utilisé en complément du feu, ne permet pas de discriminer les travaux à l'intérieur de l'intervalle chronologique allant du IVe au Ier siècle av. n. è., montrant une continuité dans la mise en œuvre de l'exploitation. Le seul changement consiste en l'apparition de niches à lampes pour l'éclairage, associé à des fragments de lampes campaniennes de type "Grand Congloué 2" (Beyrie *et al.* 2011, 52). La dynamique de production indique tout de même qu'une très grande partie des travaux d'extraction est antérieure au IIe siècle av. n. è., avec des charbons datés des IVe et IIIe siècles provenant des niveaux parmi les plus profonds accessibles aujourd'hui (Beyrie *et al.* 2011, 51).

Le fait qu'aucun site de traitement métallurgique n'ait été étudié dans le secteur ne permet pas de proposer d'évaluation quantitative ou qualitative des différents produits de cette mine. Toutefois, la minéralisation polymétallique associant

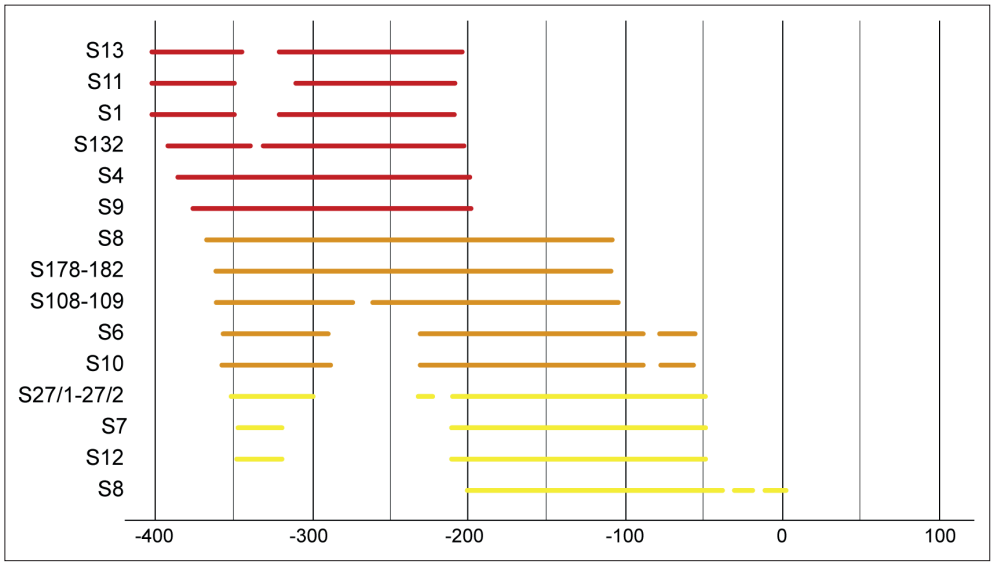


Fig. 37. Datations des charbons de la mine des Barrencs (d'après Mantenant *et al.* 2013, fig. 12). La localisation des sondages est visible fig. 36. *E. Meunier 2022*

cuivre, argent et plomb dans des minéraux complexes conduit les auteurs à considérer comme peu probable que l'un des métaux ait été ignoré lors de la métallurgie primaire (Munteanu *et al.* 2016, 178). L'adéquation de l'exploitation avec les structures minéralisées montre la maîtrise géologique des anciens mineurs, qui ont su tirer profit de toutes les zones d'enrichissement, même de faible volume (Munteanu *et al.* 2016, 178). Cette capacité à évaluer les teneurs de la minéralisation est d'ailleurs cohérente avec la maîtrise de procédés de traitement métallurgique complexes.

La sidérurgie aux Martys

En dehors de ces mines, l'ouest de la Montagne noire est connu pour l'exploitation sidérurgique intensive qui s'y est déroulée entre le deuxième quart du Ier siècle av. n. è. et le milieu du IIIe siècle de n. è. (Fabre *et al.* 2016, 26). Ce district sidérurgique est une zone minière et métallurgique étudiée de longue date pour ses vestiges imposants de la production de fer, qui ont fait l'objet de plusieurs synthèses (notamment Domergue 1993 ; Decombeix *et al.* 2000 ; Fabre *et al.* 2016). Les études archéologiques ont démarré en 1972 avec la première campagne de fouille sur le Grand Ferrier du domaine des Forges (Les Martys), menée par une équipe de l'Université de Toulouse Le Mirail, sous la direction de C. Domergue. Ces fouilles ont été prolongées par d'autres campagnes sur le même atelier, puis sur celui de Montrouch, distant d'environ 200 m. Des prospections ont également été menées aux alentours, tout d'abord par J.-E. Guilbaut et C. Landes dans le cadre d'un travail universitaire en 1975. Pour mieux cerner le contexte de l'activité de cet atelier important des Martys, de nouvelles prospections sont mises en place entre 1998 et 2002 (Rico 2016). Le haut bassin de la Dure, qui rassemble les plus gros ferriers*, apparaît comme la zone de concentration principale de la production antique (**fig. 35**).

En ce qui concerne les ateliers, les fouilles menées au domaine des Forges apportent des précisions sur l'organisation de l'activité au cours du Ier siècle av. n. è. qui sont révélatrices de certains aspects du mode de fonctionnement du district à cette période. Le premier élément à prendre en compte est la mise en place très rapide de batteries de bas fourneaux dès le début de l'activité, entre 80/70 et 60/50 av. n. è. La productivité des ateliers est donc dès le départ un objectif affirmé, après un premier état attesté par cinq fourneaux isolés au Grand Ferrier, interprétés comme des essais menés pour déterminer la morphologie de four la plus à même de répondre aux objectifs de production (Fabre *et al.* 2016, 170-171). Les bas fourneaux utilisés par la suite seront tous du même type, qualifié de "classique" (Fabre *et al.* 2016, 175-181). Il s'agit d'un bas fourneau à scorie écoulée et utilisation multiple, dont la cuve est encastrée dans une terrasse. Si au niveau technique l'uniformité prime, des différences ont pu être observées entre l'atelier du Grand Ferrier et celui de Montrouch en termes d'organisation.

L'atelier du Grand Ferrier montre une segmentation de l'activité entre différentes cellules qui semblent n'effectuer qu'une seule des étapes de la chaîne opératoire de production de métal (**fig. 38, A**). L'approvisionnement en matières premières (charbon et minerai) est géré en commun pour les différents fourneaux, comme en témoignent les lieux de stockage de matière première. Le travail de réduction peut être réalisé simultanément dans ces différentes structures puis les loupes de fer sont centralisées dans l'une des

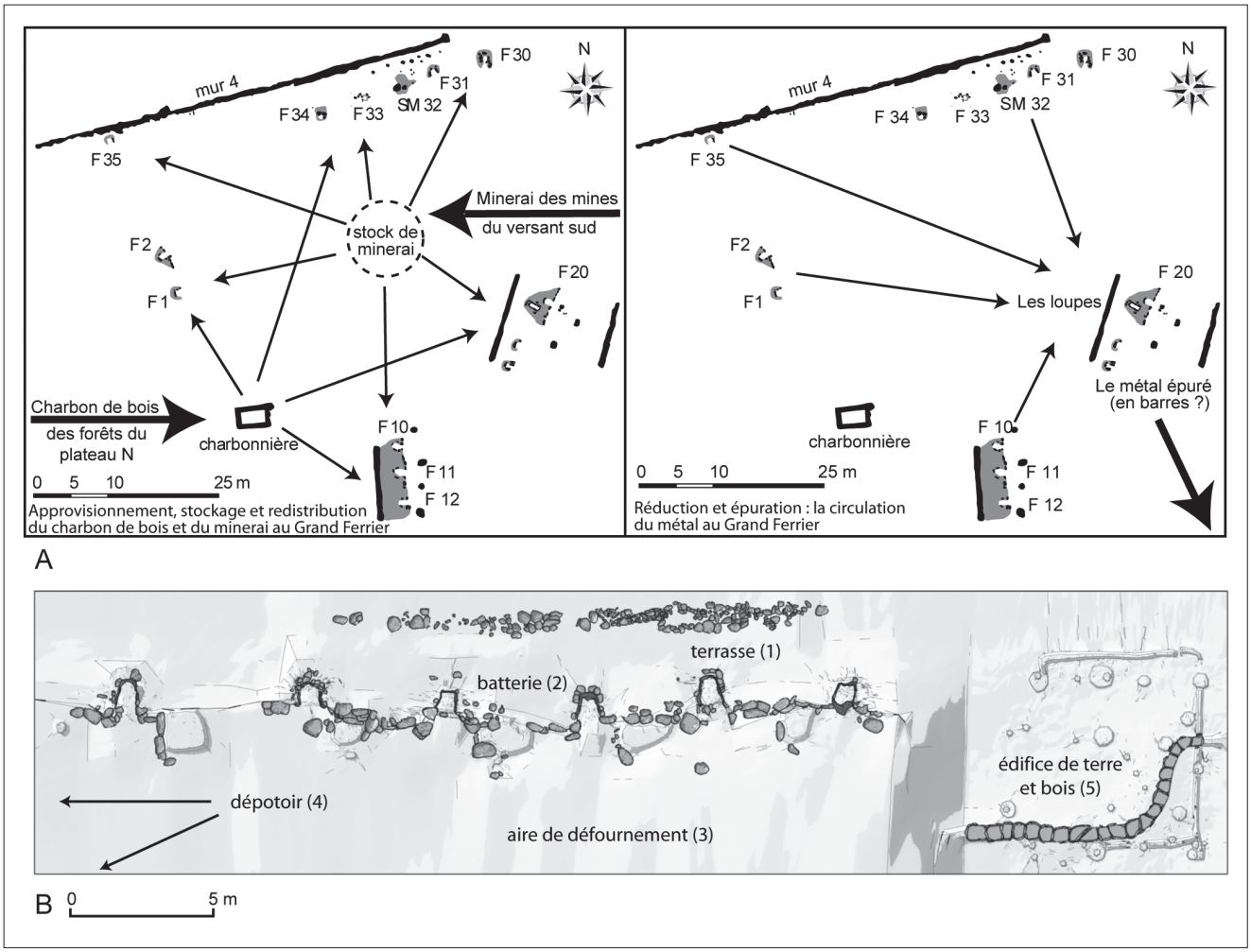


Fig. 38. Les ateliers du Grand Ferrier (**A**) et de Montrouch (**B**) (Fabre *et al.* 2016, fig. 204 et 31).

cellules où l'épuration a lieu, dans des foyers spécifiques. Le métal épuré peut ensuite intégrer les circuits de diffusion, peut-être sous forme de barres de fer (Fabre 2016a, 183). À l'inverse, à Montrouch, le schéma correspond plutôt à une unité autonome sur toute la chaîne, allant du grillage du minerai à la production de barres de fer, en passant bien sûr par la réduction (**fig. 38, B**). Un bâtiment en terre et bois en arrière de la batterie de fourneaux permettait aux ouvriers qui travaillaient sur place de s'abriter et d'avoir à disposition un four domestique et un foyer métallurgique pour des réparations de petits objets (Fabre 2016a, 182). Sur ces deux ensembles, l'activité s'arrête peu avant la période augustéenne. Les structures sont abandonnées et sont ensuite recouvertes par les scories de nouveaux ateliers (Fabre *et al.* 2016, 27-28).

Concernant les ferriers* identifiés en prospection, seul un peu plus d'un quart d'entre eux (46 sur 164) ont livré des éléments de datation, principalement du mobilier céramique ou amphorique. Parmi ceux-ci, 33 correspondent à la période tardo-républicaine, avec des tessons d'amphores Dr 1 principalement. Les indices plus anciens, comme plus récents d'ailleurs, font entièrement défaut, mais la rareté des sondages sur ces sites oblige à rester prudent sur ce sujet, comme le précisent les auteurs. Il faut signaler aussi que ces sites, de dimensions généralement réduites (vol. < 1000 m^3), ne semblent pas survivre, sauf exception, à la période augustéenne (Rico 2016, 270-271). Sur les 100 à 110 000 t de fer produites dans l'ensemble du district, les auteurs proposent qu'un tiers ait pu être produit au cours du Ier siècle av. n. è. (Rico 2016, 272). L'activité détectée dans les différentes vallées semble bien avoir démarré au même moment, dans le deuxième quart du Ier siècle av. n. è. Cela dénote la mobilisation massive d'une main-d'œuvre qui va se spécialiser dans la production sidérurgique dans un même territoire. L'ampleur de cette activité et sa relative soudaineté sont à souligner. La taille réduite des nombreux ferriers* de cette période et les modes de gestion différents observés entre l'atelier du Grand Ferrier et celui de Montrouch indiqueraient que chacun des ateliers était indépendant (Rico 2016, 273). Des entrepreneurs aux capacités économiques variables se seraient lancés dans l'exploitation des ressources locales abondantes, dans un contexte de développement économique et commercial.

L'identité de ces entrepreneurs du Ier siècle av. n. è. n'est pas connue : aucune mention épigraphique ne correspond à ce district sidérurgique et les textes antiques n'y font pas référence. Cependant, l'étude du mobilier céramique en particulier révèle que la culture matérielle du domaine des Forges est fortement marquée par les productions italiennes, dans des proportions rarement atteintes pour cette période (les sites comparables sont les sites urbains de Narbonne ou Vieille-Toulouse/Saint-Roch). Des caractères latins sur les quelques récipients marqués, et ce dès la première phase de l'activité, sont aussi à noter. L'utilisation conjointe de la céramique indigène indique probablement une mixité de la population des ateliers, qui intègre une composante italienne (Benquet 2016, 214-216). Tout cela est cohérent avec l'implication d'entrepreneurs italiens dès les années 80 av. n. è. dans l'exploitation de ce district, comme cela a été observé ailleurs dans le bassin méditerranéen au IIe siècle av. n. è., au fil des conquêtes romaines (Rico 2016, 274). Cela concerne les ateliers ; la question reste entière pour les mines. Il est cependant vraisemblable que ces entrepreneurs italiens se soient également investis dans l'exploitation des gisements qui devaient alimenter leurs ateliers.

L'exploitation sidérurgique du bassin de la Dure se poursuit jusqu'au IIIe siècle de n. è., comme l'a montré la fouille du ferrier* du domaine des Forges aux Martys (Domergue 1993). Cependant, aucune structure métallurgique datée de cette période n'a été mise au jour. Les crassiers* et plusieurs bâtiments pris entre les couches de scories ont livré du mobilier qui montre la continuité de l'activité entre la période augustéenne et le troisième quart du IIIe siècle (Domergue 1993, 69 et 96). Des analyses réalisées sur des lots de scories provenant de différents niveaux montrent l'homogénéité des pratiques métallurgiques au fil du temps et la similarité de la composition du minerai traité (Domergue 1993, 241-243). L'approvisionnement en minerai ne s'est cependant pas fait uniquement depuis les gisements les plus proches, mais s'est étendu aux ressources venant de plus loin vers le sud de la Montagne noire (Domergue 1993, 260).

Trois bâtiments remarquables ont été mis au jour entre certains niveaux de scories, parmi d'autres dont la fonction ne peut être proposée. Il s'agit du bâtiment aux doliums, de thermes et d'une charbonnière. La charbonnière est le plus ancien des trois et celui dont l'occupation est la plus courte. Elle est construite sur des couches de scories entre les années 50 et 80 et utilisée jusqu'à la fin du Ier siècle de n. è. (Domergue 1993, 234). Il s'agit d'un bâtiment permettant le stockage et la redistribution du charbon vers un atelier (ou plusieurs ?). Sa présence sur un site comme le Domaine des Forges n'est pas surprenante, le charbon faisant partie des matières premières indispensables à la production de métal.

Les thermes (datés entre le dernier quart du Ier siècle de n. è. et la fin du IIe siècle), tout comme probablement le bâtiment aux doliums (occupé entre le premier tiers du IIe siècle de. n. è. et le deuxième tiers du IIIe siècle, avec des réaménagements), sont des ouvrages collectifs à disposition des métallurgistes travaillant sur le site. Ce type de thermes est mentionné sur l'une des tables de *Vipasca* (Aljustrel, Portugal), datée de la fin du Ier ou du début du IIe siècle de n. è., qui dédie un paragraphe important aux bains publics (Domergue 1983, 52-53 ; Domergue 1993, 197-198). Ce type d'équipement faisait partie de ce à quoi les mineurs (et leur famille) avaient droit selon l'administration impériale, dans le contexte d'une exploitation gérée par un procurateur des mines. Si les données ne permettent pas de restituer l'existence d'un tel procurateur dans le bassin de la Dure, les équipements collectifs accessibles aux mineurs, tout comme l'envergure du gisement, peuvent indiquer que cette exploitation était administrée à un haut niveau. Un des *procuratores ferrariarium* connus en Gaule au IIe siècle de n. è. aurait pu dans ce cas être en charge de ce district, un des *metallum publicum* de l'empire (Rico 2016, 276).

Mis à part ce site du domaine des Forges, les crassiers* du bassin de la Dure sont rares pour la période du Haut-Empire. Le très gros ferrier* du lac de Laprade, dont le volume est comparable à celui du domaine des Forges, fait partie de ceux qui ont fonctionné sur une longue durée, qui couvre le Haut-Empire selon le mobilier visible (sigillée gallo-romaine, céramique à engobe blanc de Montans et amphores indéterminées). Au total, dix à quinze ferriers* pourraient correspondre à cette période, même s'ils ne sont pas tous aussi imposants que celui des Martys (Rico 2016, 271 et 275). Comparés aux multiples sites de petites dimensions attribués à la période précédente, ils révèlent une réorganisation de la production du fer, centralisée dans quelques sites majeurs à la période augustéenne. La restructuration de cette période semble liée à une volonté politique de mieux contrôler la production métallurgique des districts stratégiques, comme pouvait l'être la Montagne noire pour la quantité de fer produit (Rico 2016, 274-275). Le contrôle de l'ensemble de ces productions par une seule entreprise, qui pourrait expliquer les similitudes techniques entre les différents ateliers notamment, semble difficile à admettre quand on pense à l'ampleur des moyens nécessaires et à l'éloignement de certains des ferriers* par rapport à ceux des Martys ou de Laprade-Basse, épicentres de la production. Une autre possibilité quant à la forme de cette nouvelle organisation serait le partage de l'exploitation entre plusieurs entreprises aux mains de différentes sociétés minières, des grosses compagnies qui auraient supplanté les petits ateliers ou répondu à la volonté politique de centraliser la production (Rico 2016, 275). Cette option est préférée à celle de la mise en place d'un *metallum publicum* par les auteurs de l'étude.

Chapitre 8.
Le sud-ouest de la Gaule, un panorama varié d'exploitations anciennes

La présentation de l'ensemble des sites miniers et métallurgiques anciens connus sur la région correspond avant tout à un état de la recherche, par ailleurs inégal selon les secteurs. Les mines du Pays basque et de l'Ariège sont les mieux connues, avec le plus grand nombre de fouilles dans les chantiers (et donc de datations absolues) et de nombreux secteurs prospectés. Les Pyrénées Orientales et les Corbières sont bien connues par des prospections de secteurs étendus, prenant en compte principalement les crassiers* pour l'exploitation du fer et les mines pour les non ferreux. Les fouilles et donc les datations sont toutefois rares et beaucoup de sites sont datés uniquement par du mobilier de surface ou par analogie avec des sites proches ou du même type. Ce type de données limite la portée de l'analyse de l'activité et de son évolution, en ne restituant qu'une image partielle des phases d'exploitation. La Montagne noire se distingue par les moyens importants qui ont été investis dans des sites qui s'avèrent exceptionnels : le domaine des Forges des Martys pour la sidérurgie et la mines des Barrencs de Lastours pour le cuivre argentifère. Dans les deux cas, il s'agit de sites dont l'ampleur révèle une production de métal particulièrement élevée. Elle n'a à ce jour pas d'équivalent avéré pour les non ferreux, mais elle pourrait être comparée à celle du district du Canigou pour la sidérurgie. Les recherches menées dans la durée sur ces sites permettent également de bien connaître leur évolution et de proposer des analyses plus fines de leur fonctionnement. Enfin, la zone centrale des Pyrénées a fait l'objet de moins de recherches, ce que le relief élevé de la zone explique en grande partie. Les secteurs étudiés, autour du massif du Montaigu pour le plomb et dans les Baronnies pour le fer, montrent tout de même des zones de productions anciennes non négligeables et on dispose de datations absolues en plus des données de prospections.

Malgré ces différences d'abordages d'un secteur à l'autre, les recherches menées depuis le début des années 2000 reposent sur un socle méthodologique commun qui fournit des données permettant les comparaisons entre les sites d'exploitation. Pour les mines en particulier, les techniques employées sont indiquées et des relevés mêmes simplifiés des travaux donnent une idée du volume préservé et accessible. La chronologie est précisée par le mobilier ou grâce à des datations absolues. Dans le cas des ateliers métallurgiques, les données concernent presque exclusivement le fer. Les cartes de répartition des sites et des estimations de leurs volumes donnent une idée de l'intensité des productions, mais les chronologies sont souvent imprécises. Pour les quelques sites de métallurgie des non ferreux connus, les données sont très lacunaires et isolées, mettant avant tout en exergue le besoin de nouvelles recherches sur ce sujet.

L'analyse des sites et de leur fonctionnement sera approfondie dans la troisième partie de ce livre, dans une perspective historique. On soulignera tout de même ici que la variété des ressources minières présentes sur ce vaste territoire du sud-ouest de la Gaule a été perçue et mise à profit au fil des périodes anciennes. Les premières exploitations concernent le cuivre dès l'âge du Bronze (mines de Causiat, Pays basque et Saint-Lary, Pyrénées ariégeoises). Les données pour le premier âge du Fer sont presque inexistantes et posent des problèmes d'interprétation (boisage daté lors de recherches minières récentes à Séras, secteur du Montaigu, et charbon dans des déblais remaniés dans la mine de Mas Bourras, secteur du Canigou). À partir du second âge du Fer et jusqu'à la période romaine, l'ensemble des métaux disponibles sont exploités : fer, cuivre, plomb, argent, or. Le polymétallisme des minéralisations, qui suppose une plus grande maîtrise des procédés métallurgiques, n'a pas été un obstacle. L'exploitation des cuivres argentifères notamment représente une source complémentaire pour le métal précieux, en parallèle à la galène argentifère. Dans le détail, des divergences sont à noter en fonction des secteurs et des métaux dans les zones d'exploitations actives à travers cette grande région, un aspect qui sera développé dans la troisième partie.

Comme dans d'autres secteurs du monde romain, les exploitations du sud-ouest de la Gaule actives à cette période semblent s'arrêter au IIe ou au IIIe siècle de n. è. Les sites ariégeois de Lercoul (fer) et de l'Assaladou (or), avec une chronologie centrée sur le IIIe siècle, font figure d'exception. Ils correspondent d'ailleurs à une activité peu intensive. Il faut attendre ensuite près de dix siècles pour retrouver des indices d'exploitations d'une certaine envergure. Le contexte médiéval est alors totalement différent et restera hors de notre propos.

Partie 2

Le district à cuivre argentifère du massif de l'Arize

Chapitre 1.
Le cadre naturel, conditionnements et potentiels

Une géographie de piémont

Situé au centre du département actuel de l'Ariège, le massif de l'Arize se situe dans le Séronais, entre la haute montagne et la plaine dans un axe sud-nord et entre les vallées du Salat (Couserans) et de l'Ariège (Pays de Foix) suivant un axe ouest-est (**fig. 39**). Il se distingue des principaux ensembles constitutifs de cette partie des Pyrénées tout en étant en lien avec chacun d'eux par sa position intermédiaire.

Petit massif primaire détaché de la Zone Axiale, le massif de l'Arize se caractérise par un relief plutôt doux et relativement peu élevé : son point culminant, le Rocher de Batail, atteint 1715 m, loin des sommets qui avoisinent les 3000 m au sud du département (Montcalm à 3078 m, Mont Rouch à 2858 m, pic de Certescans à 2840 m et Mont Valier à 2838 m). Ce massif a été très peu englacé par rapport à la vallée de l'Ariège voisine (Simonnet *et al.* 2008, 196). Les vallées qui en descendent sont donc plutôt étroites et encaissées.

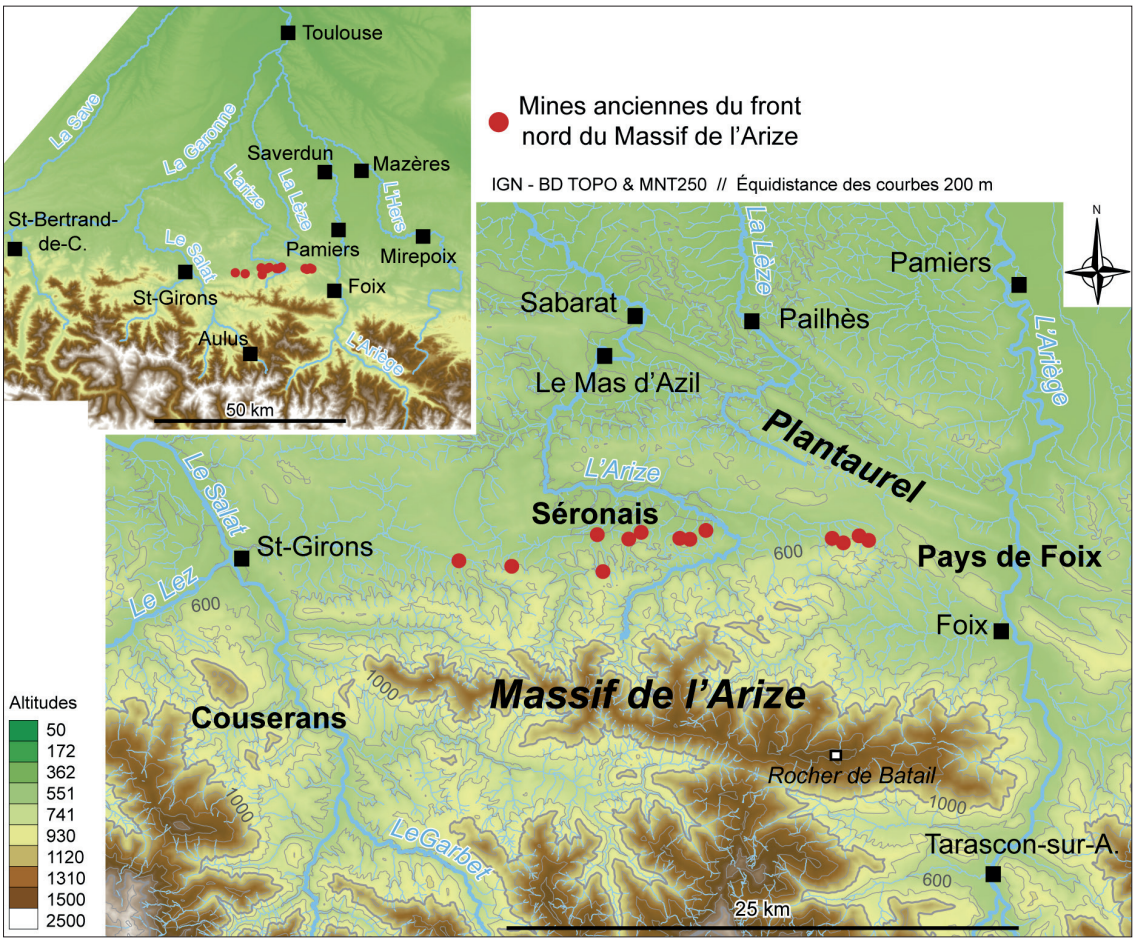


Fig. 39. Carte physique du massif de l'Arize et de ses environs. *E. Meunier 2018*

La dépression qui sépare le massif de l'Arize du Plantaurel au nord, drainée par l'Arize, constitue une zone de communication est-ouest importante qui relie le Pays de Foix au Couserans. Cette ouverture a pu offrir des voies de diffusion à la production minière du district à cuivre argentifère, situé sur le front nord du massif (**fig. 39**). Vers l'est, la vallée de l'Ariège donne accès à l'intérieur de la chaîne pyrénéenne et au col de Puymorens (1915 m), ouvrant sur la péninsule Ibérique. En descendant cette vallée, on arrive jusqu'au Toulousain, mais on peut aussi rejoindre facilement la vallée de l'Aude par Mirepoix et Limoux. Vers l'ouest, la vallée du Salat permet également de pénétrer vers la haute chaîne, mais elle donne surtout accès à la vallée de la Garonne et donc également au Toulousain et au Comminges. La vallée de la Lèze, qui conduit elle aussi vers Toulouse, est accessible à travers le Plantaurel. Les débouchés potentiels pour la production sont donc variés.

En termes de climat, le massif de l'Arize fait partie du front montagnard humide des Pyrénées centrales, c'est un front de condensation des flux océaniques. Le Couserans, autour de la vallée du Salat, à l'ouest, est dominé par de fortes influences océaniques accentuées par la proximité de la haute montagne (Sablayrolles 1996, 36-37). Les paysages très verts et boisés témoignent d'une pluviométrie importante, entre 1000 et 1100 mm à St-Girons et dans les collines des pré-Pyrénées et jusqu'à 1600 mm à Aulus, dans la vallée du Garbet, ainsi que sur les hauts versants du massif. En revanche, la pluviométrie dans la vallée de l'Ariège est inférieure en raison du phénomène d'abri provoqué par le massif : entre 900 et 1000 mm à Foix pour 770 mm à Tarascon, qui bénéficie d'un assèchement spectaculaire. Pour comparaison, la moyenne est de 640 mm à Toulouse (Simonnet *et al.* 2008, 203-209). Lorsque l'on s'éloigne un peu vers le nord et qu'on sort des chaînons pré-pyrénéens, le climat s'assèche et la pluviométrie baisse aux alentours de 700 mm. La basse vallée de l'Ariège subit également plus fortement le balayage du vent d'Autan, qui souffle depuis la Méditerranée. La sécheresse en est renforcée l'été.

Dans le massif, les variations locales du climat sont toutefois nombreuses en fonction de l'orientation des vallées ou des effets d'ombre ou d'abri créés par le relief. D'autre part, si la partie centrale du massif de l'Arize, au-dessus de 1000 m, peut facilement être enneigée en hiver, le front nord, où se trouvent les mines anciennes, est plutôt épargné par cette contrainte : les gisements miniers ont une altitude moyenne de 500 m. Ce secteur ne subit donc pas la rudesse du climat montagnard et l'accès aux exploitations était possible plutôt facilement tout au long de l'année.

Le massif de l'Arize est bien irrigué par un chevelu dense de cours d'eaux (**fig. 39**). Le versant nord du massif en particulier est assez morcelé entre plusieurs vallées orientées principalement nord-sud. Toutefois, certains de ces cours d'eaux connaissent un étiage assez sévère, voire s'interrompent en période sèche. L'Arize ne possède pas un débit moyen très élevé. Au Mas d'Azil, il n'atteint que 4,6 m^3/s en moyenne. Pour comparaison, le Salat à sa confluence avec la Garonne atteint 43 m^3/s, l'Hers à Mazères est à 18 m^3/s et l'Ariège, cours d'eau le plus important, est à 37 m^3/s à Tarascon et 50 m^3/s à Saverdun (Simonnet *et al.* 2008, 214-219). L'Arize est par contre plus active que la Lèze, dont le débit moyen est de 2 m^3/s et qui subissait un étiage drastique jusqu'à la construction d'un barrage près de sa source dans le Plantaurel. Ces faibles débits moyens s'accompagnent de crues printanières et hivernales régulières, parfois dévastatrices avec des débits dépassant les 150 m^3/s (SMIGRA[1]). Le débit printanier de l'Arize permettait cependant le transport par flottage du bois. Ces cours d'eau ont percé plusieurs cluses à travers les différents chaînons traversés. C'est le cas de l'Arize à Sabarat, de la Lèze à Pailhès ou encore de l'Ariège à Foix, la plus imposante de toutes. Elles facilitent aussi la circulation entre les zones basses et la montagne.

Le massif de l'Arize est une grande zone forestière, où le bois fut toujours intensément exploité. La forêt atteint généralement les crêtes, qui sont peu élevées, et les landes et pelouses d'estive sont assez rares, sauf dans la moitié orientale du massif où l'on trouve de grands vacants issus de déboisements souvent récents, de la fin Moyen Âge ou du XVIIe siècle (Davasse 2000, 208 et **fig. 39**). Ces ressources forestières abondantes témoignent de conditions favorables au renouvellement du couvert végétal (températures tempérées, pluviométrie suffisante) dont les anciens mineurs et métallurgistes ont pu tirer parti pour couvrir leurs propres besoins en bois et charbon.

À l'heure actuelle, la végétation est très largement dominée par les feuillus et en particulier par le hêtre, situation commune à la plupart des forêts du Couserans et du Val d'Ariège. Les résineux sont abondants sur les versants exposés au nord, généralement issus de plantations (épicéas pour l'essentiel), de regarnissages en sapin, mais également d'une régénération spontanée des sapinières anciennes (**fig. 40**). Dans les bas versants et surtout sur le piémont, on trouve des boisements de chênes (chêne sessile, chêne pédonculé) entremêlés de châtaigniers et de hêtres (Simonnet *et al.* 2008, 229). Cependant, les études historiques et paléoécologiques ont montré qu'en Ariège le sapin avait été une espèce très abondante depuis les collines pré-pyrénéennes, à des altitudes aussi basses que 400-500 m, jusque vers 1900 m

1 SMIGRA : Syndicat Mixte de Gestion de la Rivière Arize. https://smigra.arize-leze.fr/Crues-et-inondations.html [consulté le 16/02/2022].

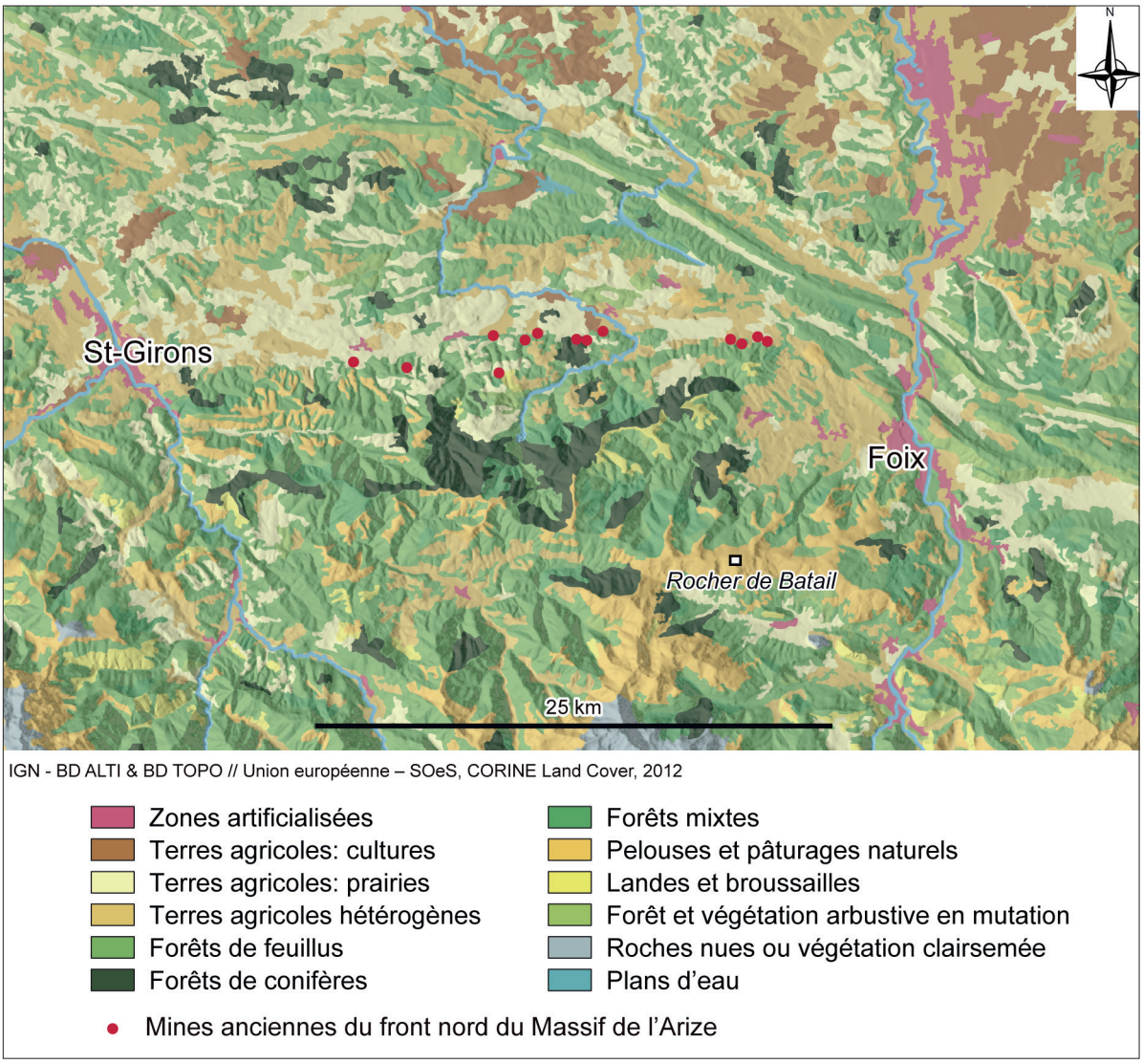


Fig. 40. Carte de la végétation du massif de l'Arize et de ses environs. *E. Meunier 2018*

(Cunill *et al.* 2015, 44-46 ; Métailié *et al.* 2016, 348-349). Les sapinières des massifs du front montagnard ont été intensément exploitées jusqu'au XVIIe siècle, tant pour le charbonnage que pour le bois d'œuvre, et on retrouve dans de nombreux secteurs des vestiges de charbonnières médiévales et modernes où les charbons de sapin abondent (Davasse 2000, 207-209). Quelques charbons de sapin ont aussi été identifiés parmi les résidus d'exploitation des mines datés du Ier siècle av. n. è., associés à diverses essences de feuillus, dont le hêtre, le chêne, le châtaigner et l'aulne (Dubois & Métailié 1992 ; Dubois 1996 ; Meunier 2018, 306-310).

Les zones agricoles sont actuellement concentrées dans les zones où l'altitude est inférieure à 500 m. Les terroirs de culture sont aujourd'hui assez rares à l'intérieur du massif et limités aux prairies de fauche. Toutefois, la dépression du Séronais et le bassin de la Barguillière offrent encore des paysages agro-pastoraux bien entretenus, avec des bocages et de petits boisements (**fig. 40**, catégorie terres agricoles hétérogènes).

Sur le front nord du massif, la progression récente des zones boisées est bien visible lorsque l'on consulte les photos aériennes anciennes disponibles sur le site de l'IGN par exemple[2]. L'étendue encore importante des zones agricoles des années 1950, qui remontaient facilement sur les pentes jusqu'aux alentours de 700 m, a fortement diminué. Ces secteurs connaissent un reboisement important à la suite de l'exode rural qu'a connu le département. La dépression de l'Arize n'a pas trop évolué et comporte toujours des champs et prairies, mais les premiers contreforts du massif ont pu voir leur surface boisée doubler (**fig. 41**)[3]. L'étendue de la couverture forestière, des cultures et des pâturages aux périodes de

2 www.geoportail.gouv.fr et remonterletemps.ign.fr [consulté le 09/06/2018].

3 http://remonterletemps.ign.fr/comparer/basic?x=1.353014&y=42.995864&z=14&layer1=ORTHOIMAGERY.ORTHOPHOTOS&layer2=ORTHOIMAGERY.ORTHOPHOTOS.1950-1965&mode=doubleMap [consulté le 16/02/2022].

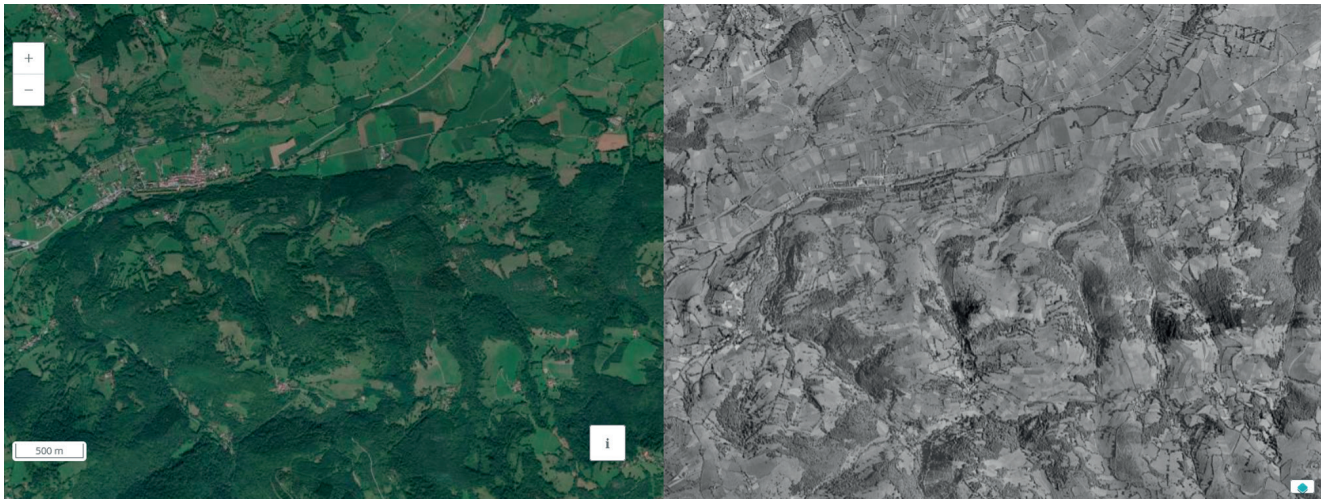


Fig. 41. Progression du couvert végétal entre 2013 (**gauche**) et 1953 (**droite**) entre Castelnau-Durban, Esplas-de-Sérou et La-Bastide-de-Sérou (capture d'écran – remonterletemps.ign.fr). *E. Meunier 2018*

fonctionnement des mines anciennes n'est pas connue par manque d'études paléoenvironnementales. Cependant, on peut noter que le contexte est propice au développement de terroirs variés, ce qui est favorable à l'implantation de noyaux de peuplement pérennes à proximité des mines.

Structure géologique du front nord du massif de l'Arize

Le massif de l'Arize est un petit chaînon primaire détaché de la Zone Axiale pyrénéenne. Les terrains sont donc, pour la majorité, constitués par le socle paléozoïque, la couverture secondaire n'étant visible qu'en bordure nord du massif. Lorsque l'on considère son front nord, où se situent les minéralisations formant le district à cuivre argentifère (**fig. 42**), les terrains sont dans l'ensemble de plus en plus récents en allant du sud vers le nord, avec des âges compris entre le Cambro-Ordovicien et la fin du Trias (Barrouquère *et al*. 1976 ; Bilotte *et al*. 1988). Dans le détail, les plissements hercyniens* puis pyrénéens ont un peu modifié cette succession.

Les mouvements hercyniens*, lors de quatre phases de déformation principales échelonnées entre le Dévonien et le Permien, ont affecté les terrains primaires d'une série de plis anticlinaux* et synclinaux* globalement parallèles et de direction est-ouest. Ces mouvements s'accompagnent de fractures et d'une augmentation du degré de métamorphisme* (Boisson 1975, 143 ; Fournier-Angot 1983, 135-140 ; Bilotte *et al*. 1988, 47-51). Les synclinaux* ont un cœur Carbonifère schisteux (plus récent) alors que les anticlinaux* ont un cœur Dévonien calcaire (plus ancien). On peut voir cette alternance au niveau des communes d'Esplas-de-Sérou, Larbont et Castelnau-Durban (**fig. 42**). La nature de ces roches laisse à penser que des chaînons calcaires barraient alors le relief, avec des plaines schisteuses intercalées (**fig. 43, 1**).

Les terrains considérés comme appartenant à la couverture mésozoïque du massif sont le Permo-Trias, le Muschelkalk et le Keuper (**fig. 42**). Ces différentes séries n'affleurent pas aussi fréquemment les unes que les autres. Le Permo-Trias forme une bande de 400 m de largeur maximale qui se pince et disparaît entre Castelnau-Durban et Larbont. Elle est formée par une alternance de conglomérats, grès et argilites à dominante rouge qui prend place sur le Carbonifère. Cela correspond à l'érosion des reliefs calcaires dévoniens (**fig. 43, 2**) qui s'installe sur les terrains carbonifères (Fournier-Angot 1983, 97-102).

Le Muschelkalk est caractérisé par des terrains calcaires dolomitisés qui forment une fine bande discontinue intercalée entre le Permo-Trias et le Keuper. On observe parfois à sa base une brèche* carbonatée. Par endroits, le Muschelkalk recouvre directement les calcaires dévoniens, ce qui complique parfois son identification (**fig. 43, 3**). La composition de la dolomie reflète un milieu lagunaire avec des périodes d'assèchement, correspondant à une phase de transgression marine peu profonde. Ces terrains sont fréquemment affectés par des failles nord-sud, ce qui aura un impact sur les minéralisations (Fournier-Angot 1983, 103-109).

Enfin, les argiles bariolées du Keuper forment les terrains les plus récents de ce massif. Les terrains jurassiques que l'on rencontre en poursuivant vers le nord appartiennent à d'autres unités structurales (**fig. 42**). Les argiles du Keuper occupent une bande assez large à l'est de Rimont et se pincent voire disparaissent vers l'ouest. Les mouvements pyrénéens

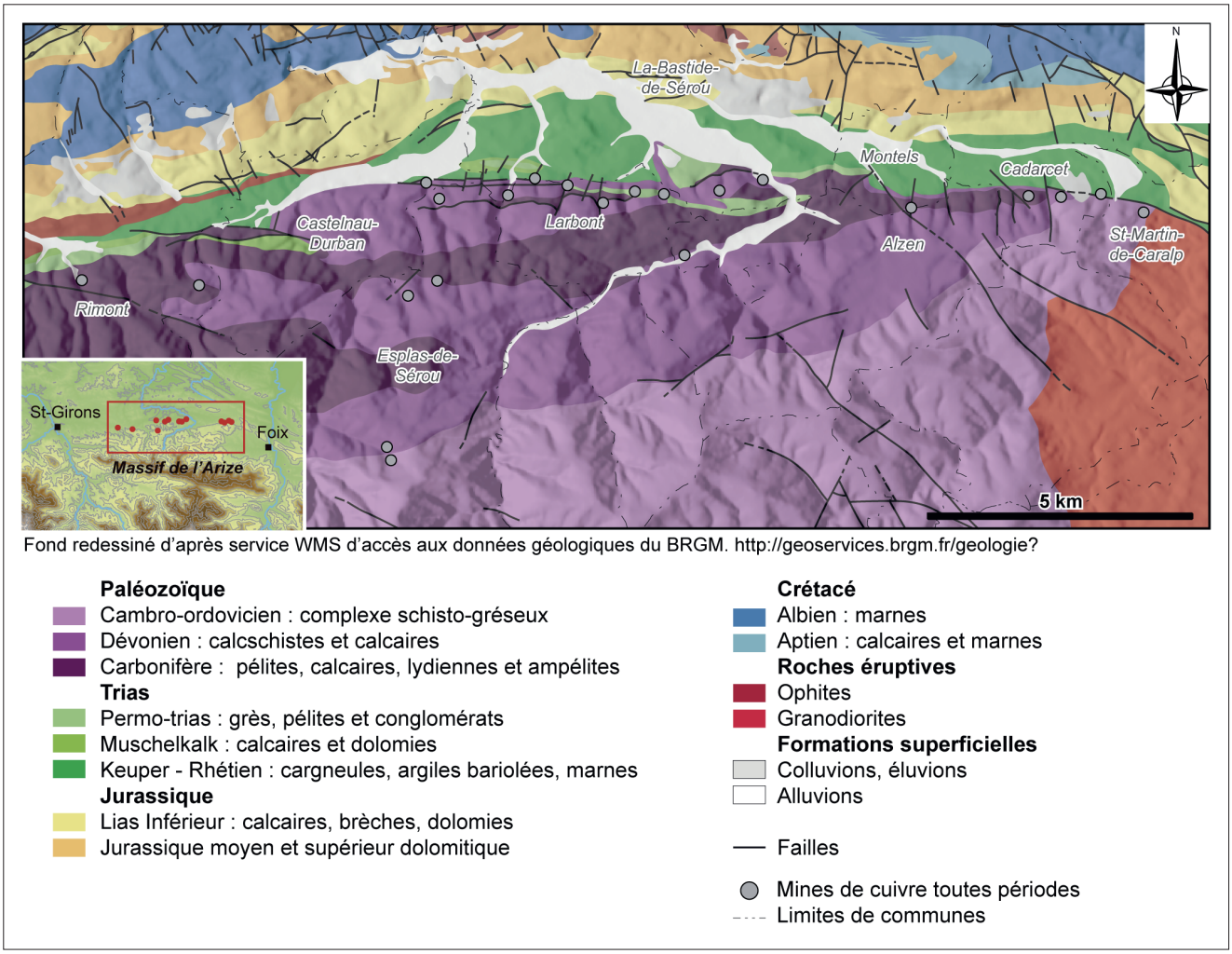


Fig. 42. Carte géologique simplifiée du front nord du massif de l'Arize. *E. Meunier 2018*

ont moins affecté ce dernier niveau, plus souple du fait de sa composition (**fig. 43, 4 et 5**). La dolomie du Muschelkalk, le Permo-Trias ainsi que la partie supérieure des terrains dévoniens ont quant à eux été plus touchés : fracturations, plissements et chevauchements expliquent leur disposition actuelle. Les failles observées aujourd'hui correspondent aussi à la réactivation d'accidents hercyniens* (Fournier-Angot 1983, 135 ; Bilotte *et al.* 1988).

Pour terminer, signalons quelques manifestations volcaniques au cours du Mésozoïque (Fournier-Angot 1983, 121 et 124). Les plus anciennes ont eu lieu au Trias inférieur, et sont visibles près de la mine de Lagarde, par un affleurement basaltique ponctuel dans les conglomérats du Permo-Trias, au contact du Muschelkalk (trop peu étendu, non représenté sur la carte). Les plus récentes affectent les argiles du Keuper sur les bordures nord et nord-ouest du massif, entre Lacourt, St-Girons et La-Bastide-de-Sérou. Elles sont matérialisées par une traînée d'ophites* qui forment des petites buttes sur environ 30 km et marquent la limite du massif. Son extrémité orientale est visible sur la figure 42.

Les phénomènes qui ont présidé à la constitution des terrains du massif de l'Arize et les épisodes de déformations diverses auxquels ils ont été soumis pendant les cycles hercyniens* et pyrénéens sont responsables de la localisation des minéralisations, de leur proximité plus ou moins grande avec la surface, et donc de leur accessibilité pour les anciens mineurs. Ces derniers, par leur connaissance de leur territoire, ont su mettre ces ressources à profit en fonction de leurs besoins.

Minéralisations du front nord du massif de l'Arize

Le polymétallisme à l'échelle du massif

Les minéralisations métalliques présentes dans le massif de l'Arize sont de différentes sortes. Une première catégorie correspond à des gîtes de fracture dans les terrains primaires

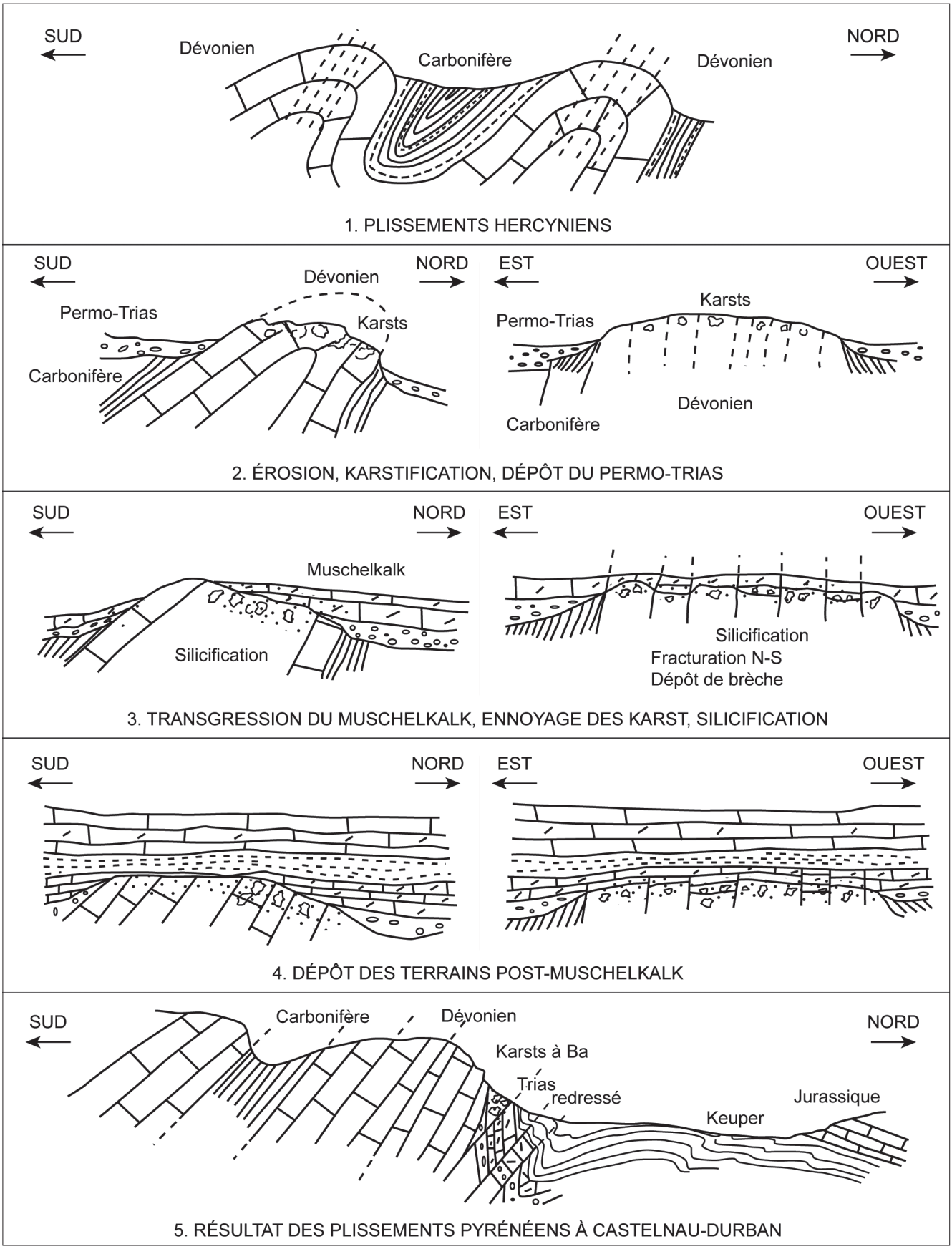


Fig. 43. Reconstitution paléogéographique du massif de l'Arize (Fournier-Angot 1983, 139). *E. Meunier 2018*

du Silurien ou de l'Ordovicien, à sphalérite* dominante. Cette dernière est accompagnée de galène* et localement de chalcopyrite*. Plusieurs exploitations récentes se sont développées sur ces gisements entre le dernier tiers du XIXe siècle et la première moitié du XXe siècle (Anonyme 1903 ; Ulrich 1908 ; Bertraneu 1958 ; Bertraneu & Passaqui 1959 ; Clouet 1964 ; Barrouquère *et al*. 1976 ; Bilotte *et al*. 1988). Au sud-ouest du massif, les travaux anciens des Abères et de l'Argenterie (Rivèrenert), présentés plus haut, ont exploité des secteurs riches en galène* de ce type de gisement (Dubois & Guilbaut 1986).

Le fer est également présent sur le flanc sud-ouest du massif, en amas stratiforme entre les schistes siluriens et les calcaires dévoniens, sur la commune de Rivèrenert également, où des exploitations antiques sont connues comme indiqué plus haut. Associé au manganèse, on retrouve du fer dans des dépôts du Permo-Trias sous forme de petites concentrations d'hématite*, exploitées au cours du XXe siècle comme colorant, sur la commune de Labastide-de-Sérou par exemple (Barrouquère *et al*. 1976, 34).

Les gisements de barytine-cuivre, pour leur part, forment un ensemble spécifique au front nord du massif de l'Arize. Ils sont situés au contact entre les terrains primaires et secondaires, encaissés dans la dolomie du Muschelkalk et/ou dans la dolomie ou les calcaires gris du Dévonien moyen ou inférieur et ont fait l'objet d'exploitations anciennes. Ils sont localisés sur une bande étroite de 20 km de long sur le front accidentel nord du massif de l'Arize, entre les communes de Rimont à l'ouest et de Cadarcet à l'est (**fig. 42**). Il s'agit principalement de minéralisations filoniennes. Certains sites étaient interprétés comme des remplissages karstiques (Fournier-Angot 1983), mais des observations récentes sur le terrain ont montré qu'il s'agissait de gisements de type *Mississipi Valley*[4]. Leur formation est due à des fluides minéralisés en surpression qui remontent vers la surface en suivant des zones de cisaillement, provoquant une fracturation hydraulique des niveaux traversés donnant lieu à la formation de brèches*.

Ces gisements à barytine et cuivre (accompagnés parfois de galène*) forment un ensemble cohérent du fait de leur localisation stratigraphique, liée au contact entre le socle primaire et la couverture secondaire, et en fonction des éléments que l'on retrouve dans ces minéralisations, en particulier la barytine et les cuivres gris. La même association de barytine et cuivre gris se retrouve dans le gisement de La Calotte (Rimont), filonien, qui a donc été associé à l'ensemble, même si l'encaissant diffère : on se trouve ici dans les schistes et les quartzites du Carbonifère[5].

Le repérage de ces gîtes a été facilité par la nature de la roche encaissante et par la morphologie des minéralisations. En effet, on remarque que tous les travaux anciens ont démarré depuis un affleurement. Les prospecteurs ont donc pu se fier à la couleur blanche opaque de la barytine qui tranche sur l'encaissant, qu'il s'agisse de la dolomie ou des calcaires gris. D'autre part, l'oxydation de surface forme des carbonates de cuivre (azurite et malachite) bien visibles en petites taches bleues ou vertes, lorsque des sulfures de cuivre (cuivres gris ou chalcopyrite*) sont exposés. La présence de sulfures non altérés est aussi visible par leur couleur, grise ou jaune, dans la masse blanche de la barytine (**fig. 44**).

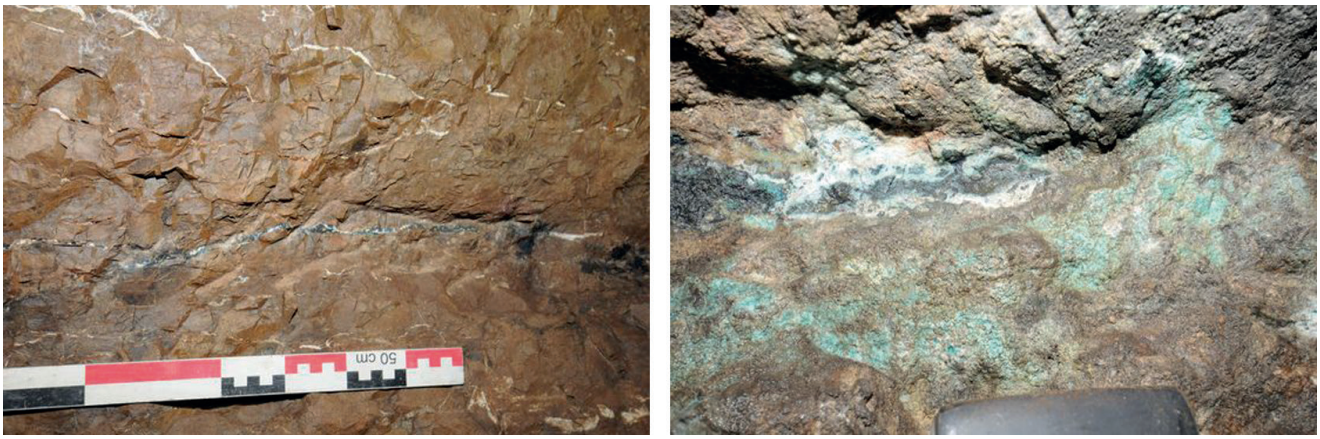


Fig. 44. Sulfures dans la barytine. **Gauche** : Le Goutil. **Droite** : Rougé (clichés C. Tămaş). *E. Meunier 2018*

4 Observations réalisées par M. Lopez (professeur Université de Montpellier) et E. Chanvry (post-doctorante), géologues.

5 On suit en cela l'option retenue dans la notice de la carte géologique au 1/50 000 de St Girons (Barrouquère *et al*. 1976).

Les modifications subies par l'encaissant au contact des minéralisations sont d'autres indices que les prospecteurs ont pu suivre. Tout d'abord, la dolomie prend une couleur rousse à proximité des gisements. Ailleurs, elle est plutôt grise. Cette couleur rousse est due à deux phénomènes associés, la dédolomitisation et la ferrification. Sans rentrer dans les détails, la dédolomitisation consiste en un remplacement d'une partie de la dolomite par de la calcite. La ferrification correspond à un développement des oxydes de fer qui envahissent la roche encaissante, s'insinuant entre les cristaux qui la constituent. C'est ce qui donne cette couleur rousse. Les sulfures présents dans la minéralisation, altérés en surface par l'action météorique, participent à cette réaction (Boisson 1975, 160-165). Une autre transformation de la dolomie au contact des minéralisations peut être la silicification, rendant la roche encaissante plus dure. La gangue* des filons contient dans ces cas-là une part de quartz. La roche encaissante est affectée à différents degrés, allant de la présence rare de cristaux de quartz qui envahissent peu à peu la roche (prenant parfois la place des carbonates) à la formation de quartzites marbrés à uniformes selon l'avancement du processus, puis, dans son étape ultime, elle rend la dolomie sableuse, la roche se détachant sous le doigt (Boisson 1975, 155-157). Ces aspects différents de la roche ont tout à fait pu être remarqués par les prospecteurs dès les périodes les plus anciennes.

Le polymétallisme à l'échelle des minéralisations : Ba, Cu, Pb, Ag (Sb, As, Fe, Ni)

Les minéralisations exploitées par les Anciens sont dominées par l'association de la barytine et du cuivre. Ce ne sont pas pour autant les seules substances présentes. La paragenèse* de ces gisements inclut : barytine, quartz, cuivres gris (tétraédrite ou tennantite), galène* et chalcopyrite*. De façon plus irrégulière, on rencontre également de la sphalérite* et d'autres minéraux contenant du nickel. Ces gisements ont fait l'objet d'une attention renouvelée entre la fin du XIXe et le début du XXe siècle pour leur teneur en argent, associé aux cuivres gris. Le gisement de Lina, le seul à avoir connu une véritable exploitation récente, a ainsi fourni 23 t d'argent pour 420 t de cuivre entre 1899 et 1905 (Bilotte *et al*. 1988, 68).

La composition des minéralisations détermine les substances que les métallurgistes pouvaient obtenir et leur complexité joue sur les traitements à mettre en œuvre pour produire un métal donné. Il est donc important de bien connaître la composition des minerais extraits pour pouvoir caractériser la production d'un district. Dans le cadre de cette étude, un échantillonnage ponctuel a été réalisé par C. Tămaş[6] en 2014. Le soin avec lequel les anciens mineurs ont gratté les minéralisations jusqu'au stérile ne laisse que de rares possibilités de prélever du minerai en place. Celui-ci a d'autre part été oxydé par le ruissellement des eaux souterraines, ce dont il faut tenir compte lors de l'analyse. Lorsqu'il n'a pas été possible d'obtenir d'échantillons dans les vieux travaux, le choix s'est porté sur les travaux modernes les plus proches du secteur ancien de la même mine, ou sur les haldes* pour les chantiers comblés (**tabl. 1**).

Quatre échantillons ont été soumis à une analyse élémentaire quantitative globale. Ces analyses permettent de connaître les éléments chimiques en présence et leur proportion. Les valeurs des éléments majeurs sont données dans le **tableau 2**. On voit que le cuivre est dominant, avec des valeurs toutefois assez basses du fait de la présence de gangue* dans les échantillons. De fait, l'échantillon du Goutil Ouest (0,34 % de cuivre et 1850 ppm de baryum) ne contenait presque que de la gangue* malgré des imprégnations vertes en surface dues à l'altération. Il faut noter également la présence d'antimoine et d'arsenic, caractéristiques des cuivres gris, ainsi que celle de l'argent. Le plomb et le zinc sont habituels dans les cortèges des minéralisations sulfurées.

Ces analyses élémentaires ne donnent toutefois pas d'information sur les minéraux eux-mêmes. En d'autres termes, on sait que l'on a du cuivre, mais on ne sait pas s'il vient sous forme de tétraédrite, chalcopyrite*, ou autre. Cela ne permettait pas non plus l'identification des minéraux porteurs d'argent, le cuivre gris et la galène* étant des candidats potentiels. Sept autres échantillons ont donc fait l'objet, après sciage, d'une identification préliminaire au

Nom du site	N° échantillon	Contexte prélèvement	Type d'analyse
Rougé	4472	Travaux anciens	Microsonde
Rougé	4480	Travaux anciens	Microsonde
Rougé	4481	Travaux anciens	Analyse élémentaire
Le Goutil Ouest	4486	Travaux anciens	Microsonde
Le Goutil Ouest	4488	Travaux anciens	Microsonde
Le Goutil Ouest	4487	Travaux anciens	Analyse élémentaire
Lagarde	4506	Haldes	Microsonde
La Coustalade	4503	Travaux récents	Microsonde
La Coustalade	4504	Travaux récents	Analyse élémentaire
Les Atiels	4497	Travaux récents	Microsonde
Les Atiels	4498	Travaux récents	Analyse élémentaire

Tabl. 1. Provenance des échantillons de minerai et type d'analyses.

6 Géologue, maître de Conférences, Université Babes Boliay, Cluj-Napoca, Roumanie.

microscope métallographique, puis d'une quantification à la microsonde des éléments constitutifs des différentes phases repérées (**tabl. 3**). Cette deuxième série d'analyses a été réalisée par M. Munoz[7] en 2016. L'objectif était également de préciser les teneurs en argent.

Les analyses à la microsonde montrent que les cuivres gris sont représentés par le pôle tétraédrite de la série, qui est porteuse d'argent dans tous les cas mesurés, entre 0,39 et 3,81 %. La galène* n'est pas argentifère. La présence de nickel dans la pyrite des Atiels et sous forme de gersdorfitte-ullmannite à Rougé est à noter. Ces résultats montrent aussi que le cuivre peut se trouver sous la forme de chalcopyrite* en plus des cuivres gris. La présence récurrente de galène* doit être soulignée. En proportion minoritaire dans les échantillons observés, elle peut être ponctuellement dominante dans certaines mines, selon les archives (Bertraneu & Bois 1959, 2). Cet élément est à prendre en compte si l'on s'intéresse aux possibilités d'exploiter l'argent contenu dans la tétraédrite : l'utilisation de plomb est en effet indispensable pour isoler ce métal précieux. Les données de ces quelques analyses ne permettent pas de savoir s'il était présent en quantité suffisante pour assurer le traitement des cuivres gris locaux ou s'il fallait en faire venir. Dans ce cas, les gisements des Abères ou de l'Argenterie (Rivèrenert), de l'autre côté du massif, auraient pu être mis à profit, mais des sources plus éloignées ne sont pas à exclure.

Substance	Ag	As	Ba	Ca	Cu	Fe	Ni	Pb	S	Sb	Zn
Unité	ppm	ppm	ppm	%	%	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Rougé	1 080	5 920	110	8,61	3,93	1,69	206	> 10 000	2,31	> 10 000	6 200
Goutil Ouest	446	82,8	1 850	3,89	0,34	0,92	6,5	166	0,11	1 510	317
Atiels	805	2 080	50	0,85	2,55	0,67	758	207	2,48	> 10 000	5 200
Coustalade	> 1 500	2 700	60	0,87	4,79	0,78	18,5	5 290	2,14	> 10 000	4 930

Tabl. 2. Analyses élémentaires des minerais. Teneurs des éléments principaux.

Site	Minerai	Formule structurale	Teneur en Ag
Les Atiels	Tétraédrite	(Cu9,35 Zn1,71 Ag0,23 Fe0,12 Hg0,04) (Sb3,38 As0,68) S13	Entre 1,17 et 2,13 %
	Pyrite	(Fe0,86 Ni0,11)0,97 S2	/
	Galène	Pb S	< LD
Goutil Ouest	Tétraédrite	(Cu9,82 Zn1,61 Ag0,26 Fe0,23 Hg0,03) (Sb3,80 As0,32) S13	Entre 1,10 et 3,81 %
La Coustalade	Tétraédrite	(Cu8,88 Zn1,07 Ag0,51 Fe0,04 Hg0,59) (Sb3,56 As0,57 Bi0,03) S13	Entre 2,93 et 3,39 %
	Galène	Pb S	< LD ou entre 0,08 et 0,7 %
Lagarde	Tétraédrite	(Cu9,32 Zn0,86 Ag0,28 Fe0,93 Hg0,05) (Sb3,49 As0,56) S13	Entre 1,32 et 2,25 %
	Chalcopyrite	Cu Fe S2	/
Rougé	Tétraédrite	(Cu9,24 Zn1,72 Ag0,33 Fe0,14 Hg0,01) (Sb3,83 As0,23) S13	Entre 0,39 et 2,16 %
	Gersdorfitte – Ullmannite	Ni0,94 As0,62 Sb0,36 S	/
	Chalcopyrite	Cu Fe S2	/
	Galène	Pb S	< LD sauf un point à 0,07 %

Tabl. 3. Synthèse des analyses de minerai à la microsonde (M. Munoz). LD : Limite de détection à 0,06 %.

7 Géologue, chercheure CNRS, laboratoire GET, Université Paul Sabatier, Toulouse.

Chapitre 2.
Historique des recherches

Les mines avant l'archéologie minière

Plusieurs inventaires des richesses minéralogiques des Pyrénées réalisés aux XVIIe et XVIIIe siècles nous sont parvenus et donnent quelques indications sur les mines en activité ou abandonnées à ces époques. Les descriptions des travaux et les indications de localisation sont assez imprécises, mais cela permet tout de même d'avoir une première idée des sites exploités à ces périodes. L'attribution des vieux travaux d'envergure aux Romains est une interprétation fréquente à ces époques, tout comme une tendance à s'enthousiasmer des richesses disponibles. Jean de Malus, qui a visité et inventorié les mines des Pyrénées en l'an 1600, à la demande d'Henri IV, considère par exemple que les mines d'Aulus sont "au moins aussi riches que le Potosi" et que ce secteur peut être considéré comme les "Indes Françaises", après avoir été celles des Romains (Malus 1601, 78-80). Les mines du district de l'Arize ne sont cependant pas très bien connues si l'on s'en tient à ces documents (**fig. 45**).

Les premières mentions correspondent à une mine de cuivre récemment[1] découverte à Méras, sur la commune actuelle de Nescus (Hellot 1764, 42). Une vingtaine d'années plus tard, ce sont deux autres mines qui sont citées par le baron de Dietrich : la première près du hameau des Atiels

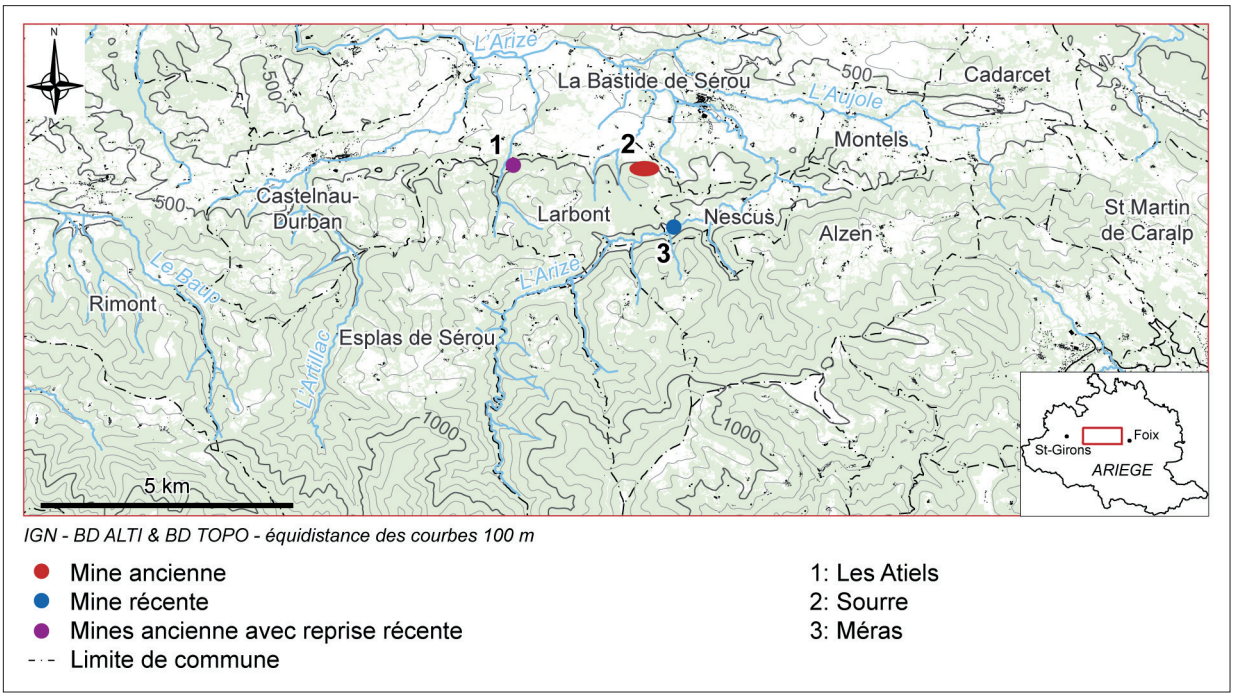


Fig. 45. Les mines de cuivre du district de l'Arize répertoriées à la fin du XVIIIe siècle. *E. Meunier 2018*

1 Les adjectifs anciens et récents se rapportent, dans cette section, à la période de rédaction des documents cités.

et la seconde près de la métairie de Sourre. Concernant celle des Atiels[2], il s'agit, selon l'auteur, de travaux abandonnés depuis au moins vingt ans qui auraient été menés, d'après les habitants du village, par des étrangers. Les dires des riverains attribuent ces travaux, "immenses et dont on ne voit pas la fin", aux Romains, qui en tiraient de l'or. Dietrich met en doute cette version. Ces travaux sont majoritairement comblés lors de sa visite, mais un passage étroit lui permet d'en visiter un secteur, "assez vaste", dont il trouve tout de même la fin. La morphologie du réseau visité correspondrait à l'exploitation d'amas. Le chantier se prolongerait suivant un filon à l'extrémité du secteur accessible, mais l'espace ainsi laissé vide, "assez profond", n'a pas été visité. Des traces de bleu et de vert indiquent la présence de cuivre (de Dietrich 1786, 213-214). Pour le site de Sourre[3], il indique l'existence d'un filon affleurant non exploité, "dirigé sur cinq heures quatre huitièmes", et plusieurs chantiers abandonnés sur d'autres veines "les uns dirigés sur une heure, les autres sur douze heures, inclinés au couchant" (de Dietrich 1786, 212). On apprend aussi que les travaux de Méras cités par Hellot sont désormais abandonnés et noyés (de Dietrich 1786, 213).

Il faut attendre les travaux des premiers géologues au XIXe siècle pour avoir des informations un peu plus nombreuses sur les mines de ce secteur (**fig. 46**). L'ingénieur des mines Mussy, dans son texte explicatif de la carte géologique de l'Ariège, passe en revue les gisements connus et les exploitations, actives ou abandonnées, qui s'y trouvent (Mussy 1870). Ses informations sont reprises par A. Daubrée dans ses publications concernant les mines métalliques de la Gaule (Daubrée 1868 ; Daubrée 1881). Un autre ingénieur des mines, M. Mettrier, a publié une description des gîtes minéraux du haut bassin de la Garonne, qui comprend les gîtes ariégeois (Mettrier 1893). L'attribution des anciens travaux aux Romains est une constante et les descriptions des travaux ne sont pas plus précises.

Le secteur oriental du district est cité pour ses travaux importants sur les sites de Gayet, Moutou, le Coffre et Matet (communes de Cadarcet et St-Martin-de-Caralp actuelles). Les haldes* ("des vieux tas de déblais") sont nombreuses et des "débris de poteries" sont signalés (Mussy 1870, 86-87). Mettrier rapporte des tentatives de reprises en 1873 dans ce secteur, qui n'ont eu que peu d'ampleur (Mettrier 1893, 317).

En dehors de ce secteur, on connaît la mine de Lagarde (La-Bastide-de-Sérou), dans laquelle des reprises récentes sont signalées, en plus des ouvrages anciens (Mussy 1870, 256). Ces travaux de la fin du XIXe siècle ont permis de connaître la teneur en métaux précieux de ce gisement, qui aurait atteint pour l'argent 120 g/t et pour l'or 760 g/t (Mettrier 1893, 317). Le doute est permis quant à ces valeurs, Mettrier se prémunissant d'un "paraît-il" à leur sujet. Cet auteur est également le seul à évoquer les travaux d'Hautech et ceux de Martinat-Dessus (limite entre Larbont et La-Bastide-de-Sérou), percés entre 1872 et 1877 (Mettrier 1893, 317). La pauvreté des gisements est à l'origine de l'arrêt rapide des travaux. La mine des Atiels est la seule qui est considérée comme ayant été "vraiment riche", mais elle est déjà complètement vidée à cette époque (Mussy 1870, 87 et 256 ; Mettrier 1893, 317). L'amplitude des travaux est reconnue par ces deux ingénieurs, Mettrier précisant qu'ils atteignent 200 m de hauteur, plusieurs kilomètres de longueur, et que les galeries et dépilages sont étroits. Seules les galeries du haut de la mine sont encore accessibles à cette période. L'ampleur des travaux indiquée ici redonne un peu de crédit à l'opinion des habitants du hameau de la fin du XVIIIe siècle, rejetée par de Dietrich. Il n'est, en revanche, plus fait mention des travaux menés sur ce site au cours du XVIIIe siècle. Enfin, des recherches, menées elles aussi entre 1872 et 1877 sur la mine de La Coustalade (Castelnau-Durban) ont recoupé les anciens travaux, caractérisés par une largeur de 0,5 à 0,8 m. Si un filon croiseur de plomb argentifère a été rencontré en dépassant les travaux anciens, le cuivre argentifère était bien la substance exploitée par le petit chantier recoupé. Les analyses réalisées à l'époque donnent des teneurs moyennes de 12 % de cuivre et 4,8 kg d'argent à la tonne (Mettrier 1893, 318). Un compte-rendu de visite daté de 1890 consulté aux archives du BRGM signale cependant que les analyses ont été réalisées sur des morceaux choisis et ne donnent pas une image fidèle de l'ensemble du gisement (Anonyme 1873 ; Anonyme 1890).

Tous ces éléments sont loin de permettre une caractérisation des chantiers indiqués. Les données concernant les reprises ou nouvelles exploitations de ces périodes sont toutefois intéressantes. Les sites de Martinat-Dessus et Méras apparaissent ainsi comme des travaux postérieurs au XVIIIe siècle. Ceux des Atiels, de la Coustalade et de Lagarde ont connu des reprises de faible ampleur au XVIIIe ou XIXe siècle. Pour les mines à l'est du secteur, des reprises très ponctuelles ont eu lieu au XIXe siècle. La barytine, qui constitue souvent la gangue* des minéralisations, a également fait l'objet d'extractions en carrière à la fin du XIXe siècle, à Moutou, aux Atiels et à Lagarde (Mussy 1870, 265).

2 Ce hameau de la commune de La-Bastide-de-Sérou existe toujours et deux mines sont situées à proximité : celle du Goutil et celle des Atiels. On peut trancher sans hésiter pour celle des Atiels par la mention du ruisseau *Pésegues*, correspondant au Pézègues actuel.

3 Ce site correspond à ceux de La Tuilerie et Hautech, à proximité du hameau actuel de Sourre.

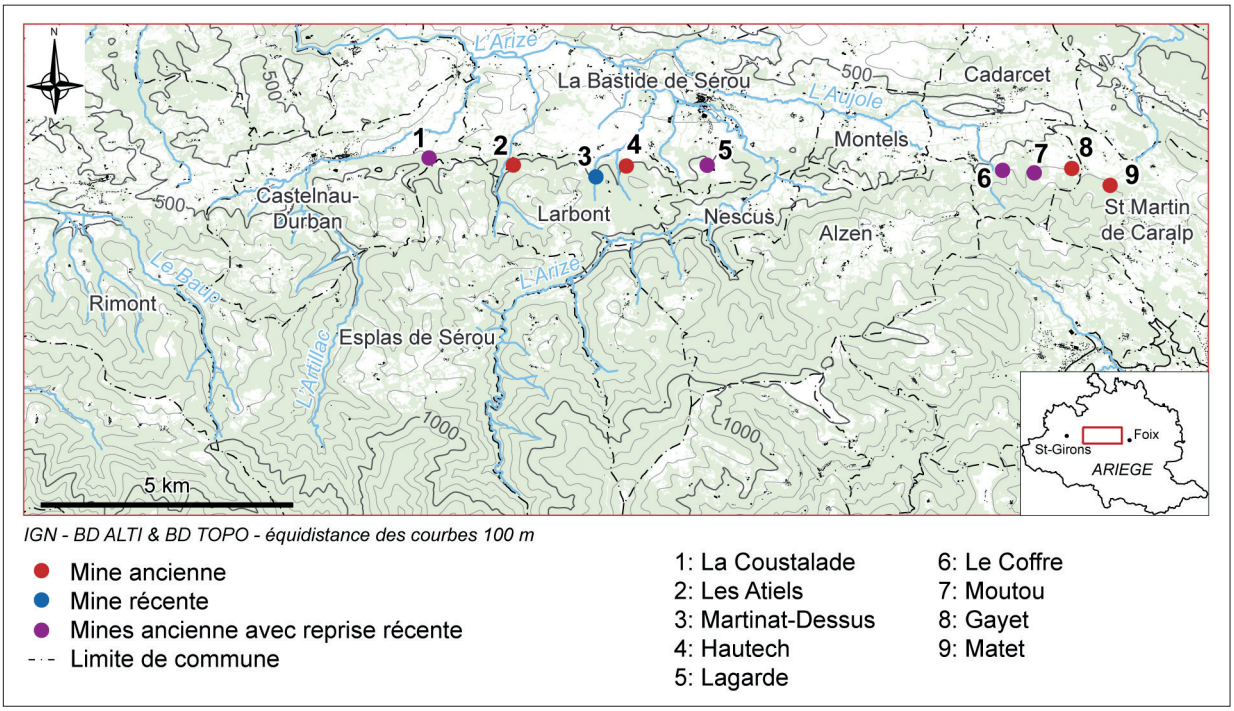


Fig. 46. Les mines de cuivre du district de l'Arize répertoriées à la fin du XIXe siècle. *E. Meunier 2018*

Les recherches minières menées durant les toutes dernières années du XIXe siècle se poursuivent et s'étendent au début du XXe siècle. Cette activité, souvent de courte durée, conduit à recouper les anciens travaux et en condamne certains, à côté d'ouvertures nouvelles (**fig. 47**). Les notices des cartes géologiques au 50 000e éditées par le BRGM pour cette zone font état rapidement de quelques-uns de ces travaux récents (Barrouquère *et al.* 1976, 32-33 ; Bilotte *et al.* 1988, 68). Les archives géologiques et minières permettent de compléter ces données (Anonyme 1903 ; Anonyme 1907a ; Ulrich 1908 ; Bertraneu 1958 ; Clouet 1964 ; Robert 1982). De nombreux travaux récents se sont limités à des recherches car les gisements, discontinus et de faible ampleur, ne répondaient que difficilement aux critères de rentabilité des entrepreneurs d'alors (Bertraneu 1958, 6).

Des recherches très ponctuelles sont signalées sur les vieux travaux de Rougé dans les premières années du XXe siècle, en parallèle avec les travaux menés au Fagnou où zinc, plomb et cuivre sont associés (BRGM 1963 ; BRGM 1977). Les travaux anciens de Rougé, toujours attribués aux Romains, sont reconnus sur leurs 40 m de développement vertical, mais ne conservent pas suffisamment de minerai pour mériter une reprise. La concession de Montcoustand, qui regroupe les travaux de la commune de Cadarcet, a exploité une minéralisation dominée par le plomb (avec argent, cuivre et fer) au sud des vieux travaux de Moutou. Les vieux travaux qui ont exploité du cuivre sont signalés, mais n'ont fait l'objet que de recherches ponctuelles, sur les mines du Coffre et de Matet (Clouet 1964, 3, 10 et 21).

Une mine connue depuis le milieu du XIXe siècle a donné lieu à ce qui est référencé comme la seule véritable exploitation récente, qui dura de 1898 à 1905 : celle de Lina, sur la commune d'Alzen (Bilotte *et al.* 1988, 68 ; Gol 2016, 6-12). La production s'est élevée à 420 t de cuivre et 23 t d'argent, pour 35 000 t de tout-venant. Les minéralisations cuprifères n'affleuraient pas sur ce site et n'ont donc pas été repérées par les Anciens. Elles donnent une idée du potentiel des gisements exploités dans les autres mines, où les travaux anciens n'ont laissé que très peu de minerai en place pour identifier les substances disponibles et leur teneur. Les deux notices des cartes géologiques au 1/50 000 de la zone signalent la relative pauvreté de l'ensemble des gisements selon les critères modernes et le caractère discontinu de la minéralisation, compensé par la présence d'argent, qui a motivé les reprises d'exploitation ou les ouvertures de nouvelles mines (Barrouquère *et al.* 1976, 33 ; Bilotte *et al.* 1988, 68).

Les premières caractérisations archéologiques de l'exploitation

Les premières recherches archéologiques dans ce district ont eu lieu au tout début des années 1980, avec les travaux de Jean-Emmanuel Guilbaut et Claude Dubois. Les premiers résultats font l'objet d'un article de synthèse présentant les

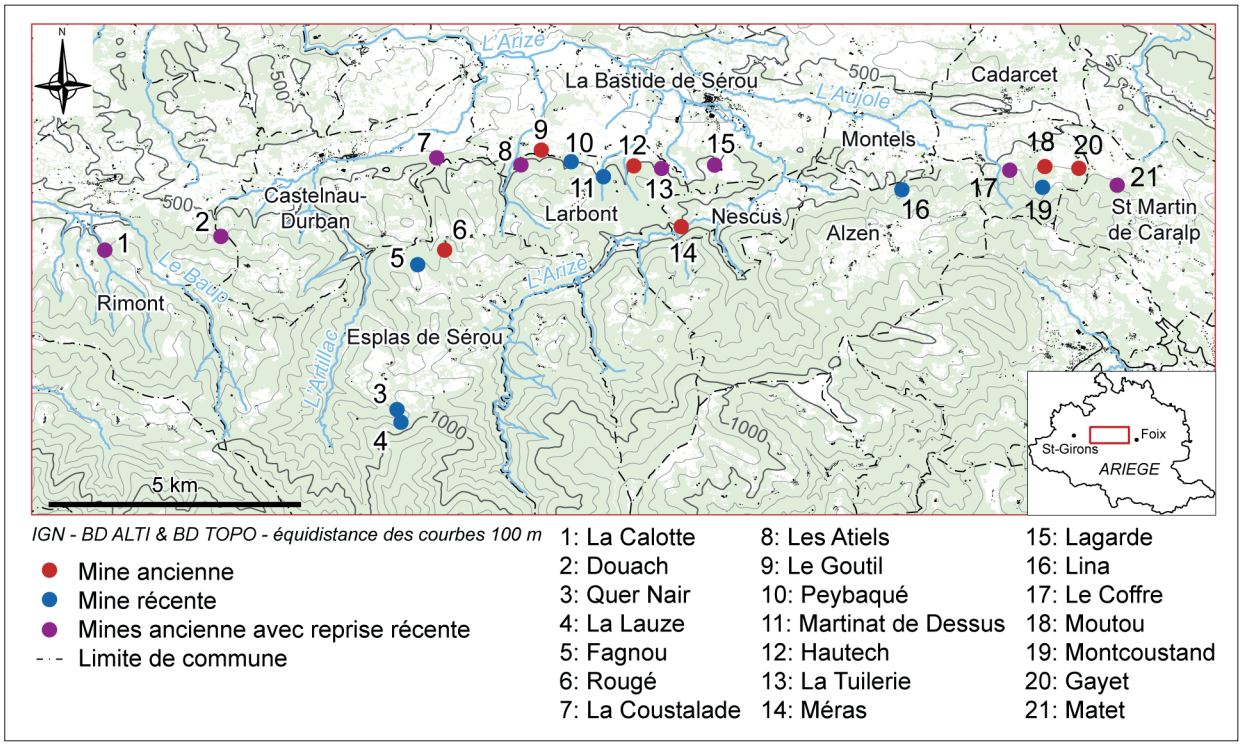


Fig. 47. Les mines de cuivre du district de l'Arize répertoriées à la fin du XXe siècle. *E. Meunier 2018*

sites anciens identifiés (Dubois & Guilbaut 1982) ainsi que de deux publications spécifiques sur les sites du Goutil (Guilbaut 1981) et de Rougé (Dubois & Guilbaut 1989). C. Dubois reprend ensuite les recherches avec un premier projet triennal conduit entre 1988 et 1990, qui associe archéologie et anthracologie et intègre d'autres secteurs miniers anciens de l'Ariège (Dubois 1990). Ce projet trouve une suite dans le PCR intitulé "Mines, métallurgie et forêt dans les Pyrénées ariégeoises de l'Antiquité au Moyen Âge", en codirection avec Jean-Paul Métailié (Dubois & Métailié 1991 ; Dubois & Métailié 1992). L'anthracologie y est de nouveau associée à l'archéologie, ainsi que des recherches sur l'histoire des forêts. La zone d'étude inclut, avec différents métaux concernés, les secteurs du Séronais (cuivre argentifère), d'Aulus-les-Bains (plomb argentifère), de Lercoul (fer), de Rivèrenert (fer et plomb argentifère) et d'Aston (fer). Ensuite, une dernière opération correspond à une mission d'inventaire des sites miniers et métallurgiques de la région Midi-Pyrénées, confiée à Philippe Abraham, qui a traité les sites ariégeois en 2005 et 2006. Ce retour sur le terrain plus de dix ans après les dernières opérations a permis de mettre à jour les données concernant l'état des sites et leurs accès, photographies à l'appui. Les archives disponibles, souvent issues du BRGM, ont également été rassemblées. Toutefois, la documentation concernant les mines anciennes du massif de l'Arize est assez restreinte dans cet ensemble qui inclut les nombreuses concessions minières récentes (Abraham 2006 ; Abraham 2009).

En parallèle avec un travail de dépouillement systématique des archives, les opérations menées sur le terrain entre la fin des années 1970 et les années 1990 ont consisté principalement en des prospections thématiques, qui ont permis la localisation des mines et leur exploration quand les travaux étaient accessibles. Ces explorations ont été accompagnées de relevés en plan, plus rarement en section, et de descriptions du contexte géologique. Des sondages ont également été réalisés en surface à proximité des travaux de Gayet, Rougé, Hautech, Le Goutil et les Atiels, ainsi que sur deux ateliers métallurgiques (Sourre et Les Atiels) et un site d'habitat (Nescus)[4]. Il n'y a pas eu de fouille dans les réseaux miniers. Plusieurs prélèvements de charbons pour les études anthracologiques ont toutefois été réalisés dans les mines du Goutil et d'Hautech, dans des niveaux résiduels de l'abattage au feu et dans des fosses dépotoirs identifiées lors des sondages en surface au Goutil et à Nescus (Dubois 1996, 39-41). Un des charbons provenant du Goutil a été daté (Dubois 1996, 39), révélant une phase d'abattage au feu médiévale (XIVe ou première moitié du XVe siècle). Enfin, une expérimentation d'ouverture au feu sur filon stérile affleurant a été conduite au Goutil (Dubois 1996, 42-44). À la suite de ces opérations, treize mines, deux ateliers et deux habitats antiques sont recensés, ainsi qu'un atelier non daté (**fig. 48**). La mine du Goutil est la seule à

4 Le détail de ces opérations est donné lors de la présentation individuelle des différents sites dans la suite du texte.

Type de site	Nom	Critères de datation	Bibliographie
Mine	La Calotte	Mobilier recueilli en prospection	Dubois & Métailié 1991 ,66
	Douach	Mobilier recueilli en prospection	Dubois & Guilbaut 1982, 114
	La Coustalade	Mobilier recueilli en prospection	Dubois & Métailié 1991, 65
	Rougé	Mobilier mis au jour en sondage en surface	Dubois & Guilbaut 1989, 365
	Les Atiels	Mobilier recueilli en prospection	Dubois & Métailié 1991, 46-48
	Le Goutil	Mobilier issu de sondages en surface et datation ^{14}C de débris d'abattage au feu de l'intérieur du réseau	Dubois & Métailié 1992, 35 ; Dubois *et al.* 1997, 205
	Hautech	Mobilier issu de sondages en surface	Dubois & Métailié 1991, 39-44 ; Dubois *et al.* 1997, 206
	La Tuilerie	Mobilier recueilli en prospection	Dubois & Guilbaut 1982, 111
	Lagarde	Mobilier recueilli en prospection	Dubois & Guilbaut 1982, 104
	Le Coffre	Mobilier recueilli en prospection	Dubois & Guilbaut 1982, 105-106
	Moutou	Mobilier recueilli en prospection	Dubois *et al.* 1997, 206
	Gayet	Mobilier issu de sondages en surface	Dubois & Métailié 1991, 59-62
	Matet	Mobilier recueilli en prospection	Dubois & Guilbaut 1982, 112
Atelier	Les Atiels	Mobilier issu de sondages	Guilbaut 1981, 180 ; Dubois *et al.* 1997, 208
	Sourre	Mobilier issu d'un sondage	Dubois *et al.* 1997, 207
	Moutou	Absence de mobilier en prospection, non daté	Dubois *et al.* 1997, 209
Habitat	Bugnas	Mobilier recueilli en prospection	Dubois *et al.* 1997, 209
	Nescus	Mobilier issu de sondages	Dubois & Métailié 1992, 72-76

Tabl. 4. Critères de datation des sites anciens inventoriés avant les années 2000.

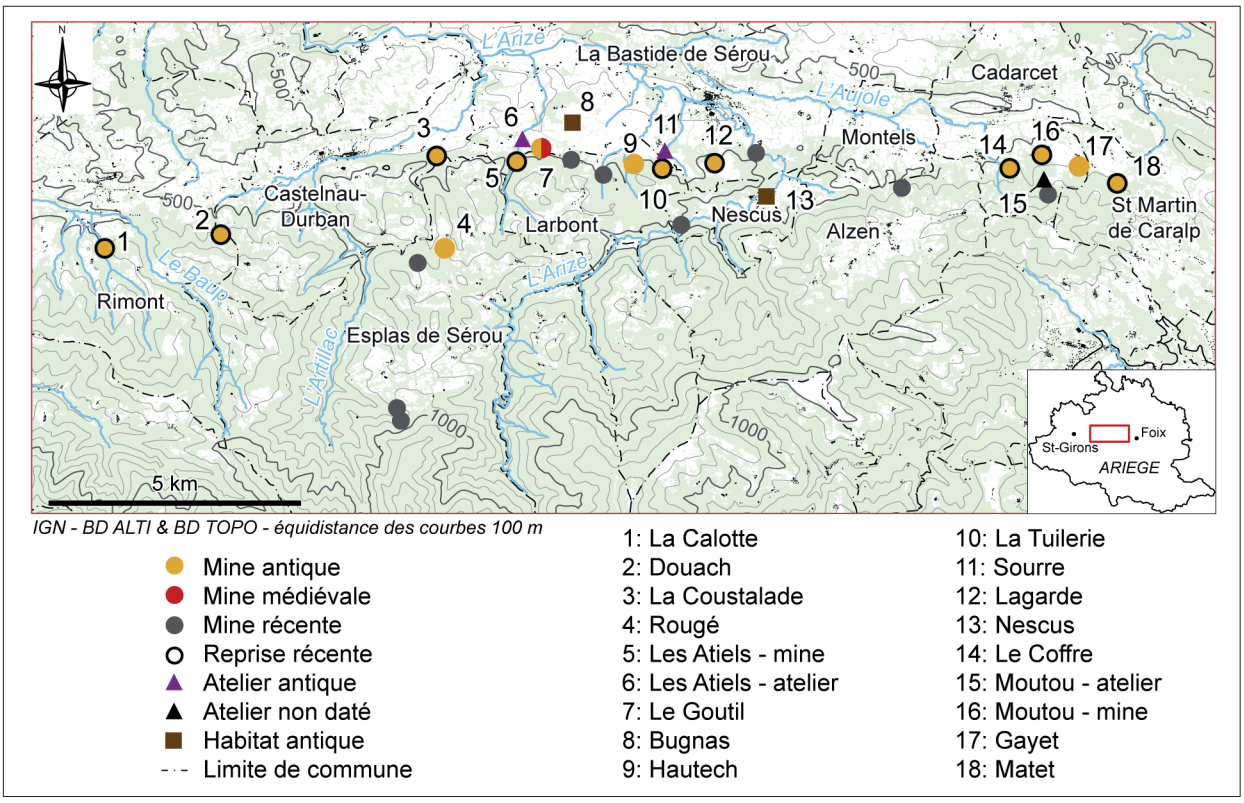


Fig. 48. Bilan des connaissances sur le district à cuivre argentifère de l'Arize en 2006. *E. Meunier 2018*

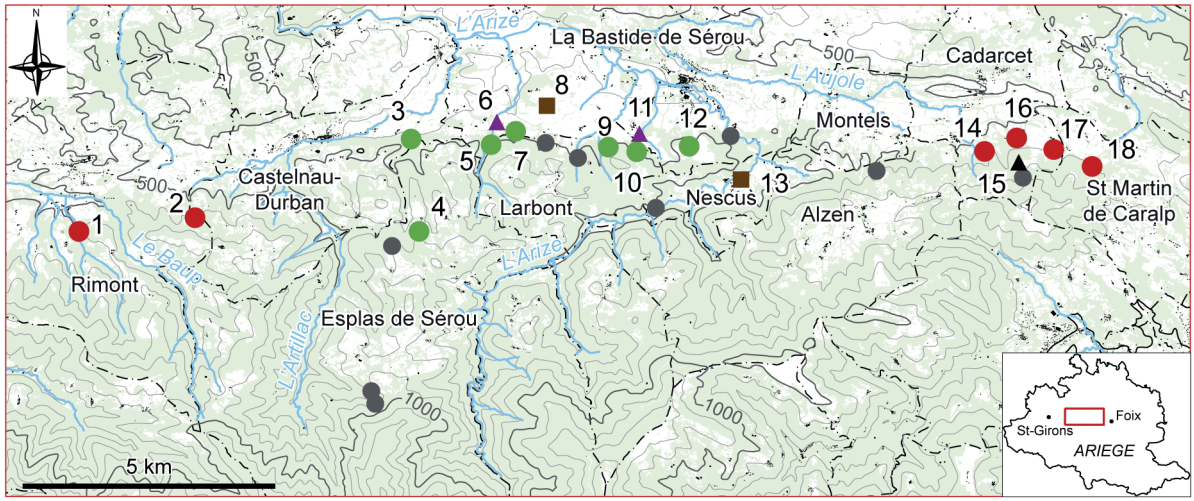
révéler une reprise médiévale avant les travaux signalés dans le secteur au XVIIIe siècle. Cette mine a également été classée aux Monuments Historiques en 1982.

La chronologie antique de ces sites a été établie en fonction du mobilier, recueilli majoritairement en prospection et dans les quelques sondages réalisés en surface (**tabl. 4**). Sur l'ensemble du district, cette phase d'activité est comprise entre la fin du IIe s. av. n. è. pour les éléments les plus anciens et la période augustéenne d'après le mobilier le plus récent. Le faible nombre de fouilles, et donc d'éléments de datation associés à une stratigraphie, représente le principal problème vis-à-vis de ces résultats. Pour les mines, l'absence de sondage dans les travaux constitue un biais méthodologique qui, s'il était habituel au moment de ces recherches, conduit aujourd'hui nécessairement à s'interroger sur la validité des chronologies de l'exploitation. Les prélèvements anthracologiques, s'ils ont bien été réalisés dans des niveaux résiduels d'abattage au feu, facilement reconnaissables, n'avaient pas pour objectif la datation des travaux. Le seul charbon qui a donné lieu à une analyse ^{14}C, sur la mine du Goutil, provient d'une galerie située au fond du réseau, dont le profil différait du reste des travaux. Cette particularité pouvait faire penser à une phase de reprise d'exploitation, corroborée par la datation médiévale, bien éloignée des amphores italiques.

Il faut toutefois rester conscient des difficultés du terrain. Parmi les mines antiques identifiées, six d'entre elles (La Calotte, Douach, Le Coffre, Moutou, Gayet et Matet) ne présentaient plus d'accès possible aux travaux anciens (**fig. 49**). Sur ces sites, des tranchées ou fosses comblées et souvent recouvertes de végétation témoignent d'une activité qui pourrait être antérieure au XVIIe siècle, période de l'introduction de la poudre pour l'abattage minier, mais ces vestiges ne peuvent pas être datés par eux-mêmes. Le fait de ne pas pouvoir observer les parements des travaux empêche également toute caractérisation technique de ces derniers. Les galeries alors visitables sur les sites de Douach et Le Coffre, peu étendues, ne permettent d'observer que les traces de l'activité moderne (Dubois & Guilbaut 1982, 105 et 114). Parmi les travaux accessibles, il faut aussi signaler que ceux de Lagarde, peu étendus, ne conservent que des lambeaux de parois présentant des traces d'outil (Dubois & Guilbaut 1982, 104). Un sondage dans cet environnement n'aurait laissé que peu de possibilités de retrouver des niveaux d'exploitation anciens. À La Tuilerie, la fraction ancienne se limite à une coupole d'ouverture au feu au niveau de l'entrée de travaux immédiatement comblés de blocs stériles (Dubois & Guilbaut 1982, 111). Le travail de déblaiement aurait été là aussi particulièrement fastidieux avant d'atteindre des soles* anciennes.

En ce qui concerne les deux ateliers sondés, ils se trouvaient à l'emplacement des hameaux actuels de Sourre et des Atiels : seules les parcelles des jardins ont donc pu conserver une partie des vestiges (Dubois *et al*. 1997, 207-208). D'autre part, le recouvrement sédimentaire était dans les deux cas assez faible et les niveaux archéologiques, conservés contre le rocher, étaient arasés. Enfin, leur position sur des replats naturels près de ruptures de pente limitait de fait l'extension des sites. Les possibilités d'étendre les recherches pour localiser les fours ou foyers ayant servi aux opérations métallurgiques, non localisés dans les sondages effectués, sont au final très limitées. Quant à l'atelier non daté de Moutou, l'opposition du propriétaire du terrain de l'époque à toute intervention n'a pas permis de dépasser le stade du ramassage de scories, en prospection discrète et rapide (Dubois *et al*. 1997, 210). En termes de chronologie, aussi bien l'atelier des Atiels que celui de Sourre correspondent à la période augustéenne (amphores Pascual 1 et Dressel 20). Il s'agit des éléments parmi les plus tardifs reconnus sur le district pour la période antique. L'atelier des Atiels est un site de réduction du fer (Guilbaut 1981, 179-180 ; Dubois *et al*. 1997, 208-209), alors que ceux de Sourre et de Moutou ont traité des minerais sulfurés non-ferreux. La production de cuivre peut être confirmée à Sourre (Dubois *et al*. 1997, 208). Pour les scories de Moutou, l'association de cuivre et de plomb dans le seul échantillon analysé ne permet que de signaler une métallurgie complexe des non-ferreux (Dubois *et al*. 1997, 210). La question du traitement de l'argent est soulevée par les auteurs sans être résolue par ces analyses. Nous y reviendrons au chapitre 7 dans cette partie.

L'état de conservation semble meilleur sur les sites d'habitats. Celui de Nescus a été localisé par une concentration de tessons d'amphores qui couvre près d'un hectare et demi dans des parcelles labourées. Sur les six sondages réalisés, pour une surface cumulée de 25 m^2, deux sont restés stériles. Trois autres ont livré du mobilier hors stratigraphie et un seul a conduit à mettre au jour des structures fossoyées, sans niveau de sol associé (Dubois & Métailié 1992, 72-75). Des niveaux mieux structurés sont probablement préservés à proximité. Le mobilier identifié (voir dans cette partie, chapitre 8, p. 224) conduit à dater une phase d'occupation de ce site de la première moitié du Ier siècle av. n. è., mais sa nature n'est pas bien définie : le type d'habitat et son extension ne sont pas connus, sa durée d'occupation ou sa relation avec les mines contemporaines demeurent imprécises. Une nécropole à incinération a été signalée au XIXe siècle sur la même commune de Nescus (Dubois & Métailié 1992, 71). Les recherches récentes n'ont pas permis de confirmer sa présence ni d'obtenir de nouveaux éléments concernant ce type de vestiges.



IGN - BD ALTI & BD TOPO - équidistance des courbes 100 m

- Mine avec accès aux anciens travaux
- Mine sans accès aux anciens travaux
- Mine récente
- Atelier antique
- Atelier non daté
- Habitat
- Limite de commune

1: La Calotte
2: Douach
3: La Coustalade
4: Rougé
5: Les Atiels - mine
6: Les Atiels - atelier
7: Le Goutil
8: Bugnas
9: Hautech
10: La Tuilerie
11: Sourre
12: Lagarde
13: Nescus
14: Le Coffre
15: Moutou - atelier
16: Moutou - mine
17: Gayet
18: Matet

Fig. 49. Possibilités d'accès aux vieux travaux du district de l'Arize avant les années 2000. *E. Meunier 2018*

Le site de Bugnas est lui aussi très mal connu. Le mobilier identifié dans les labours au sommet de la colline et signalé par les propriétaires dans quelques jardins correspond au Ier siècle av. n. è. Le mobilier hors contexte (amphores Dr 1, Dr 2-4 et Pascual 1) recueilli au niveau de l'emplacement de l'un des poteaux électriques sur le versant sud de la colline permet uniquement de supposer une prolongation de l'occupation au début du Ier siècle de n. è. (Dubois *et al.* 1997, 209). Au XIIe siècle, une église dépendant de l'abbaye du Mas-d'Azil y est connue par les sources. Une tour partiellement ruinée doit correspondre au château qui existait aux XVIIe et XVIIIe siècles sur ce site (Vidal 1997, 12).

Enfin, en ce qui concerne les sondages effectués autour des mines, l'objectif était alors de repérer d'éventuelles structures annexes, comme peuvent l'être des ateliers de traitement minéralurgiques ou métallurgiques, ou encore des habitats des mineurs. Ces recherches n'ont pas donné les résultats escomptés, mais du mobilier a cependant été identifié dans des niveaux de haldes*, que l'on peut donc associer à une phase de fonctionnement des mines à Hautech, Gayet et Le Goutil (Dubois & Métailié 1991, 39-44, 49 et 58-62 ; Dubois & Métailié 1992, 35-39). Quelques scories isolées ont également été recueillies au pied de la mine du Goutil, sans qu'un atelier puisse être localisé précisément. Les différentes scories se rapportent à des activités de forge, de réduction de fer et de traitement d'un minerai cuivreux (Dubois *et al.* 1997, 205). Enfin, une fosse dépotoir contenant du mobilier domestique identifiée sous un niveau de haldes* au Goutil témoigne de l'implantation sur place d'un habitat, sans qu'il puisse être localisé précisément.

En termes de techniques minières, il ressort de ces premières recherches que les travaux anciens sont principalement ouverts au feu, mais des traces de coups de pointerolles sont également visibles, soit ponctuellement en complément de l'abattage au feu, soit de façon exclusive dans d'autres secteurs. La partie ancienne de la mine des Atiels est la seule à ne montrer que des traces d'outils. La relation étroite entre morphologie des minéralisations et morphologie des travaux a été illustrée dans un article (Dubois & Guilbaut 1988, 83-91). Cependant, les relevés fournis montrent les espaces souterrains sans décomposer les différents volumes qui le constituent. Les plans reprennent les codes des relevés destinés à favoriser la progression spéléologique : ils permettent de visualiser l'extension du réseau souterrain et l'itinéraire pour le parcourir, mais pas d'interpréter la façon dont l'espace minier a été creusé (Guilbaut 1981, fig. 6 ; Dubois & Guilbaut 1989, fig. 4 ; Dubois 1996, fig. 2). Les volumes semblent uniformes et on ne peut pas restituer les dynamiques d'exploitation. Les descriptions font cependant état d'agrandissement des chantiers, notamment dans les réseaux du Goutil. Les auteurs signalent l'existence d'étages d'exploitation superposés, avec percement des soles* anciennes, ainsi que des ouvertures au travers des cloisons de roche stérile (Guilbaut 1981, 173 ; Dubois & Métailié 1992,

34 ; Dubois 1996, photo 2). Ces indices d'un phasage plus complexe des travaux attirent de nouveau l'attention sur la nécessité de revoir la chronologie des exploitations.

La période allant de la fin du IIe siècle av. n. è. au début du Ier siècle de n. è. est présentée par C. Dubois et J.-E. Guilbaut comme la phase majeure de mise en valeur des ressources minières de ce district (Dubois & Guilbaut 1982, 116 ; Dubois 1993, 37 ; Dubois *et al.* 1997, 294). Cette activité, qualifiée d'intensive, est reliée au contexte de la prise de pouvoir progressive de Rome sur le sud de la Gaule (Guilbaut 1981, 179). Les auteurs n'excluent pas un démarrage de l'exploitation antérieur à cette période, mais l'absence de mobilier plus ancien que les amphores gréco-italiques et Dr 1 les conduit à minimiser cette phase d'exploitation "préromaine" (Dubois & Guilbaut 1982, 115). La datation médiévale obtenue au Goutil lors de la dernière campagne de terrain, en 1992, indique au moment de l'arrêt des recherches que des reprises ont eu lieu avant le XVIIIe siècle.

De nombreuses questions restent encore en suspens après ces premières investigations, comme l'indiquent eux-mêmes les auteurs. La chronologie du démarrage des exploitations en fait partie, même s'ils sont assez pessimistes sur les possibilités de la déterminer (Dubois & Guilbaut 1982, 115). Le projet de 1991-1992 souligne cependant la nécessité de mieux dater les travaux (Dubois & Métailié 1991, 162). La métallurgie pratiquée par les Anciens sur ces minerais argentifères reste méconnue. Ont-ils pu tirer parti de l'argent contenu dans les cuivres gris ou se sont-ils limités à en extraire le cuivre ? Les données trop ponctuelles ne permettent pas de trancher (Dubois *et al.* 1997, 212). L'identité des mineurs et de ceux qui contrôlent les mines reste une inconnue. Dans le rôle des commanditaires, le choix serait à faire entre les Tectosages d'une part et Rome de l'autre, par l'intermédiaire des nombreux Italiens arrivés en Transalpine dans la seconde moitié du IIe siècle av. n. è. (Dubois 1993, 46-47). La nécessité d'étudier les habitats, qui seraient plus à même de livrer des données sur l'identité des mineurs, est ainsi soulignée dans les derniers projets et rapports de recherche (Dubois & Métailié 1992, 102).

Les campagnes 2014-2017

Les nouvelles données présentées ici sont issues des quatre campagnes de prospections et sondages réalisées entre 2014 et 2017. Les objectifs de ces opérations de terrain étaient, par une nouvelle approche de l'étude des mines, de répondre aux questions soulevées lors des premières phases de recherche, ou du moins d'apporter des éléments au débat. La chronologie du démarrage de l'exploitation s'est avérée un aspect central de l'étude, ainsi que la différentiation des phases d'activité par des relevés topographiques détaillés.

La carte générale du district à l'issue de ces nouvelles opérations (**fig. 50**) varie peu par rapport à celle qui a pu être présentée précédemment. En effet, les sites miniers,

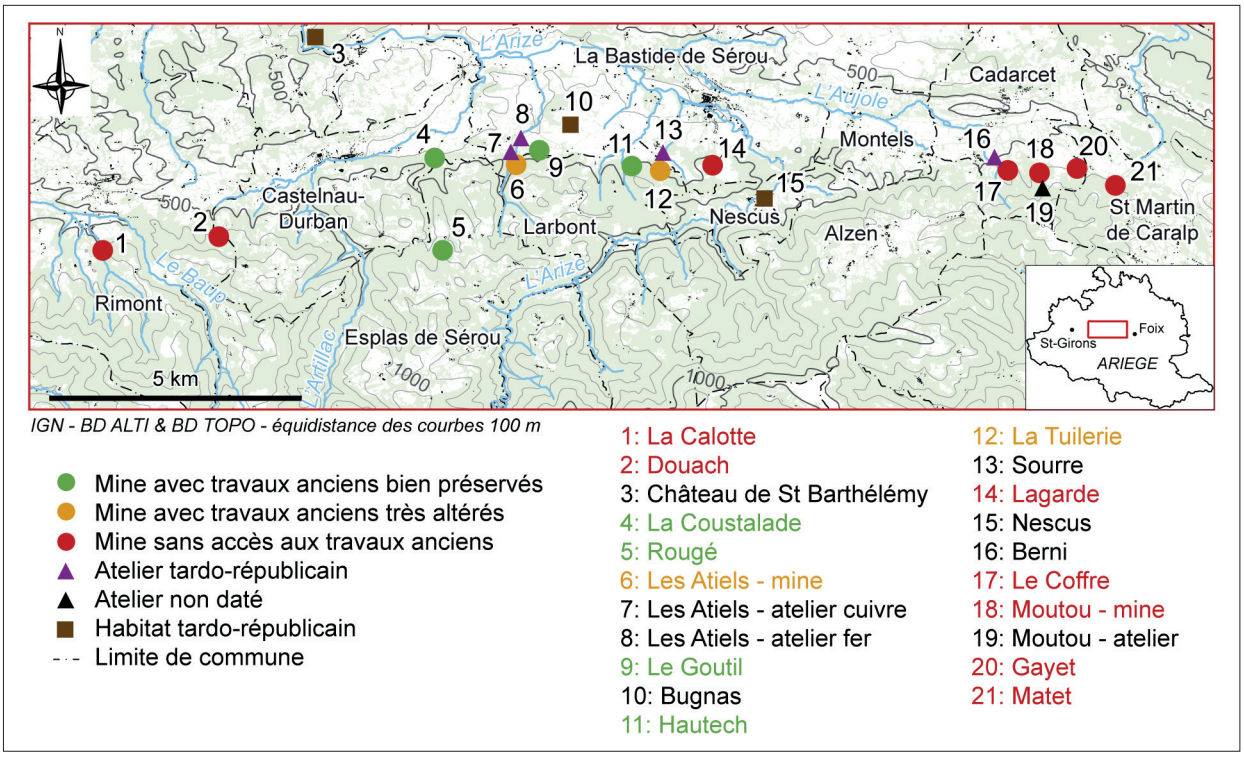


Fig. 50. Carte des sites archéologiques du district de l'Arize abordés entre 2014 et 2017. *E. Meunier 2018*

au centre de la recherche, étaient déjà référencés depuis les travaux de C. Dubois et J.-E. Guilbaut. Deux nouveaux ateliers de métallurgie primaire ont toutefois été mis au jour (Les Atiels et Berni, points 6 et 15 de la **fig. 50**). Ils ont fait l'objet de sondages ponctuels. Les habitats n'ont pas été traités au-delà du stade de la prospection, mais des propositions peuvent être faites à propos de nouveaux sites, qu'il faudra évaluer à l'avenir. Nous joignons également à la réflexion le site du château de St-Barthélémy (Durban-sur-Arize). En effet, si l'occupation médiévale constitue le cœur du site tel qu'on le voit aujourd'hui, une occupation tardo-républicaine délimitée par une enceinte encore visible y a été identifiée par du mobilier, notamment amphorique (Abila 1994 ; Abila 1995 ; Mirouse 2009). Sa proximité avec les mines ainsi que la similarité du mobilier associé justifient à nos yeux ce rapprochement. Les mines sont présentées individuellement aux points suivants en fonction de l'état de préservation des travaux anciens. Les ateliers feront l'objet d'une synthèse thématique faisant le point sur les données disponibles et les éléments de réponse concernant les procédés métallurgiques mis en œuvre. Les éléments concernant les habitats seront rappelés à la fin de la partie.

Chapitre 3.
Les réseaux anciens bien préservés

Mine de Rougé (Esplas-de-Sérou)

La mine de Rougé est celle qui se trouve à la plus haute altitude parmi toutes celles que l'on connaît dans ce district, entre 680 et 690 m d'altitude (**fig. 51**). Elle n'a fait l'objet que d'une reconnaissance au début du XXe siècle, alors que des travaux de plus grande envergure sont menés dans la mine proche de Fagnou (pour zinc et cuivre), dans laquelle il n'y a pas de vieux travaux (**fig. 47**). Des phosphates ont aussi été exploités au nord du hameau à cette même période.

Les dernières missions géologiques sur le terrain ont eu lieu entre 1962 et 1963 avec un dégagement des accès à la mine de Rougé (BRGM 1963 ; BRGM 1977). Ces recherches récentes sont visibles sur le terrain par une amorce de galerie sur affleurement, creusée à l'explosif, ne dépassant pas le mètre de longueur (ROU3) et par un élargissement de l'entrée principale du réseau ancien ROU1, également réalisé à l'explosif. Une fosse circulaire comblée (ROU2, diamètre 1,8 m) n'est pas datable en l'état. Le réseau ROU1 est donc le seul réseau minier à proprement parler sur ce site. Les recherches récentes n'ayant pas donné satisfaction aux prospecteurs miniers, ce réseau est très bien préservé.

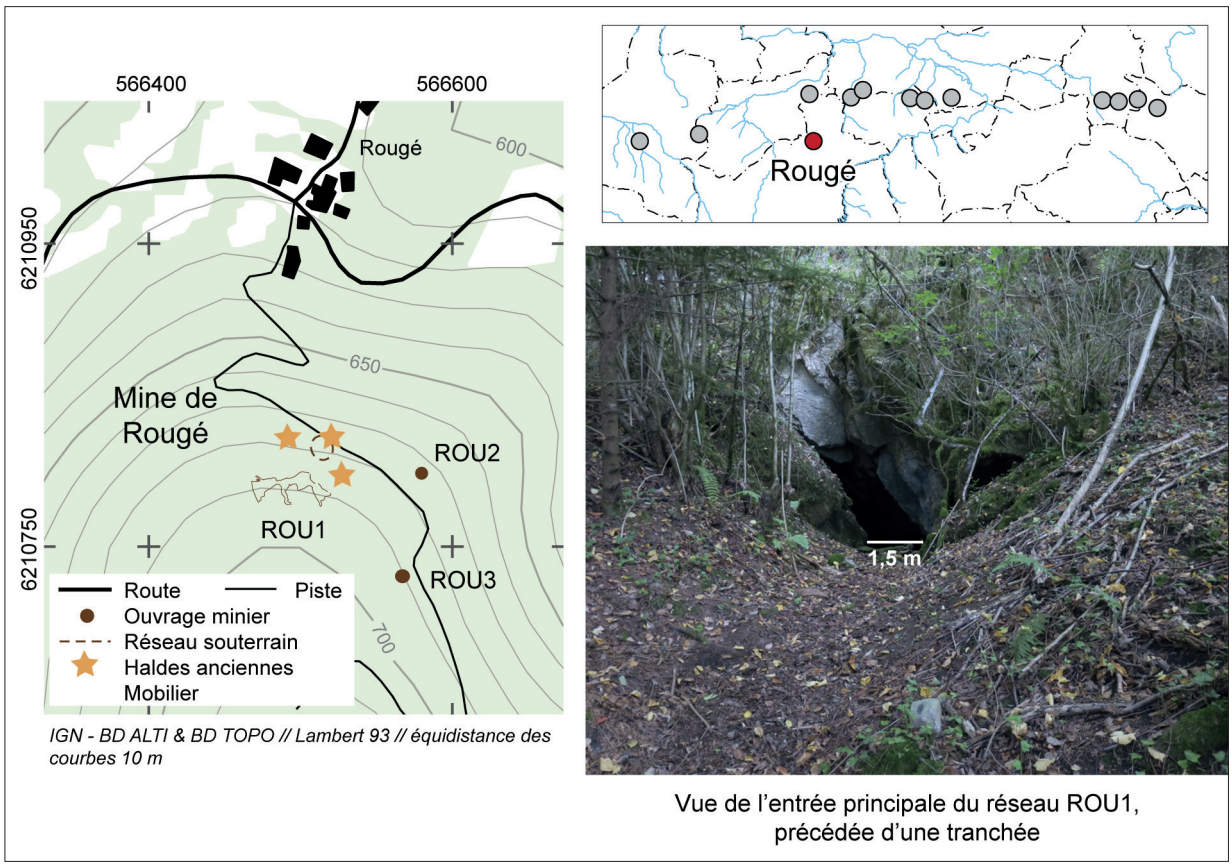


Fig. 51. Localisation des travaux de Rougé (Esplas-de-Sérou). *E. Meunier 2022*

La minéralisation exploitée, filonienne, se place au niveau d'une faille au contact entre les calcaires griottes rouges du Dévonien supérieur au toit* et les calcaires cristallins gris du Viséen moyen au mur*. Cette faille est orientée sud-est/nord-ouest et présente un fort pendage de 39 à 45° vers l'ouest. La limite nord du gisement correspond à une autre faille orientée est-ouest qui met en contact les calcaires avec les schistes carburés du Silurien, stériles (Dubois & Guilbaut 1982, 113 ; Dubois & Guilbaut 1989, 363). Le filon, à gangue* de calcite et barytine, est minéralisé en tétraédrite et chalcopyrite*. L'encaissant est souvent silicifié aux abords de la minéralisation.

C. Dubois et J.-E. Guilbaut avaient exploré cette mine et dressé un plan général du réseau complété par quelques coupes (Dubois & Guilbaut 1989, fig. 4 et 5). Leurs prospections avaient permis de localiser des tessons d'amphores italiques dans le réseau et à proximité des entrées. La piste ouverte en 1986 lors de travaux forestiers a recoupé une halde* ancienne. La coupe a été relevée et du mobilier mis au jour dans l'US inférieure (**tabl. 8**). Le sondage alors réalisé dans la partie supérieure des haldes* n'a pas livré de mobilier (Dubois & Guilbaut 1989, 365).

Lors des nouvelles prospections, nous avons repris les relevés de détail du chantier par niveau d'exploitation. Les étages les plus hauts (au-delà de la cote +5,56)[1] et les plus bas (sous la cote -14,22) ont été relevés par des cheminements topographiques et des coupes ont pu être faites ponctuellement. Il s'agit dans les deux cas de secteurs très escarpés dans lesquels il est difficile de s'installer pour des relevés de détail (**fig. 54**, photo). La zone d'exploitation située entre les cotes -16 et -20,5 est également très fortement remblayée permettant tout juste de la traverser en rampant. Enfin, trois sondages ont été réalisés dans le réseau et un devant l'entrée supérieure.

Description des travaux

Le fort pendage vers l'ouest du filon a donné lieu à une exploitation inclinée, qui se développe sur 40 m de hauteur, 22 m nord-sud et 50 m est-ouest, sachant que le fond des travaux à l'ouest est remblayé et noyé (**fig. 52, fig. 53**, **fig. 54** et **vidéo 1**). Cette mine comporte quatre entrées, étagées sur l'affleurement entre les cotes 0 et +11,82. Les deux entrées les plus hautes sont aujourd'hui difficilement praticables car l'inclinaison des travaux, dont la sole* lisse est à nu dans tout ce secteur, les rend dangereuses. Les travaux sont fortement remblayés depuis le niveau 0 jusque dans les étages inférieurs (**fig. 53**, photo). Des blocs stériles ont été repoussés dans toute la moitié sud depuis l'entrée principale, condamnant l'accès à cette partie du réseau. Les flèches vertes de la figure 52 indiquent les possibilités de communication à travers ce secteur aujourd'hui comblé. Les autres secteurs accessibles, en allant vers le fond des travaux, sont remblayés par des sédiments plus fins mêlés à des blocs de plus petite taille (5 à 10 cm de côté en moyenne). D'importantes concrétions de calcite recouvrent par ailleurs les remblais à partir de la cote -20 et sur d'autres portions plus réduites dans les étages intermédiaires.

Les mineurs ont suivi scrupuleusement la minéralisation, par le biais d'une exploitation étagée que l'on peut restituer en partie grâce aux négatifs des étages encore visibles en couronne* (**fig. 55, a**). Les niveaux de relevé choisis pour les plans et les coupes longitudinales correspondent à ces étages d'exploitation. À la sole*, en revanche, les mineurs ont préférentiellement approfondi les travaux en oblique, suivant la minéralisation, ce qui a empêché la conservation des niveaux de circulation sur une grande partie du réseau. C'est le cas dans les étages supérieurs, actuellement vides (**fig. 55, b**), et les sondages réalisés dans le passage entre les étages -3,87 et -8,94 (SD3, **fig. 55, c**) et à l'étage -13,06 (SD2) ont confirmé cette même configuration. Seuls des petits ressauts de quelques centimètres de large au parement oriental de l'étage -13,06 permettent de restituer des niveaux d'anciennes soles* (**fig. 62**). Il est d'ailleurs surprenant de constater qu'aucun aménagement n'ait été réalisé pour faciliter la circulation dans ces secteurs escarpés. Aucune marche, si réduite soit-elle, ni encoche, ne vient rompre le profil de ces secteurs. Le passage entre les étages -3,87 et -8,94, à la sole* duquel on rencontre le schiste, se retrouve parfaitement lisse après la fouille. Creuser des marches ou des encoches dans cette roche tendre n'aurait pourtant pas présenté de difficulté majeure. Pour les étages supérieurs situés à la cote +3,36 et au-delà, le calcaire à la sole* présente des irrégularités formant des petits ressauts, qui aident à la progression, et pouvaient permettre le calage de bois en force pour faciliter la circulation. Cela dénote cependant un choix d'économie drastique dans l'attaque de la roche.

En ce qui concerne l'attaque de la roche justement, la technique d'extraction utilisée dans cette mine est principalement l'abattage au feu. En effet, les coupoles formées par ce mode d'attaque sont présentes à tous les niveaux du chantier. Par endroit, la roche est rougie par la chaleur. Les remblais dégagés dans le sondage 2, à l'étage -13,06, contenaient également de très nombreux charbons de grande taille (1 à 3 cm de côté). Ces coupoles ont des tailles

1 Les cotes des travaux sont indiquées en mètres et calculées par rapport à l'axe de relevé de l'entrée du réseau, et ce pour toutes les mines de l'Arize.

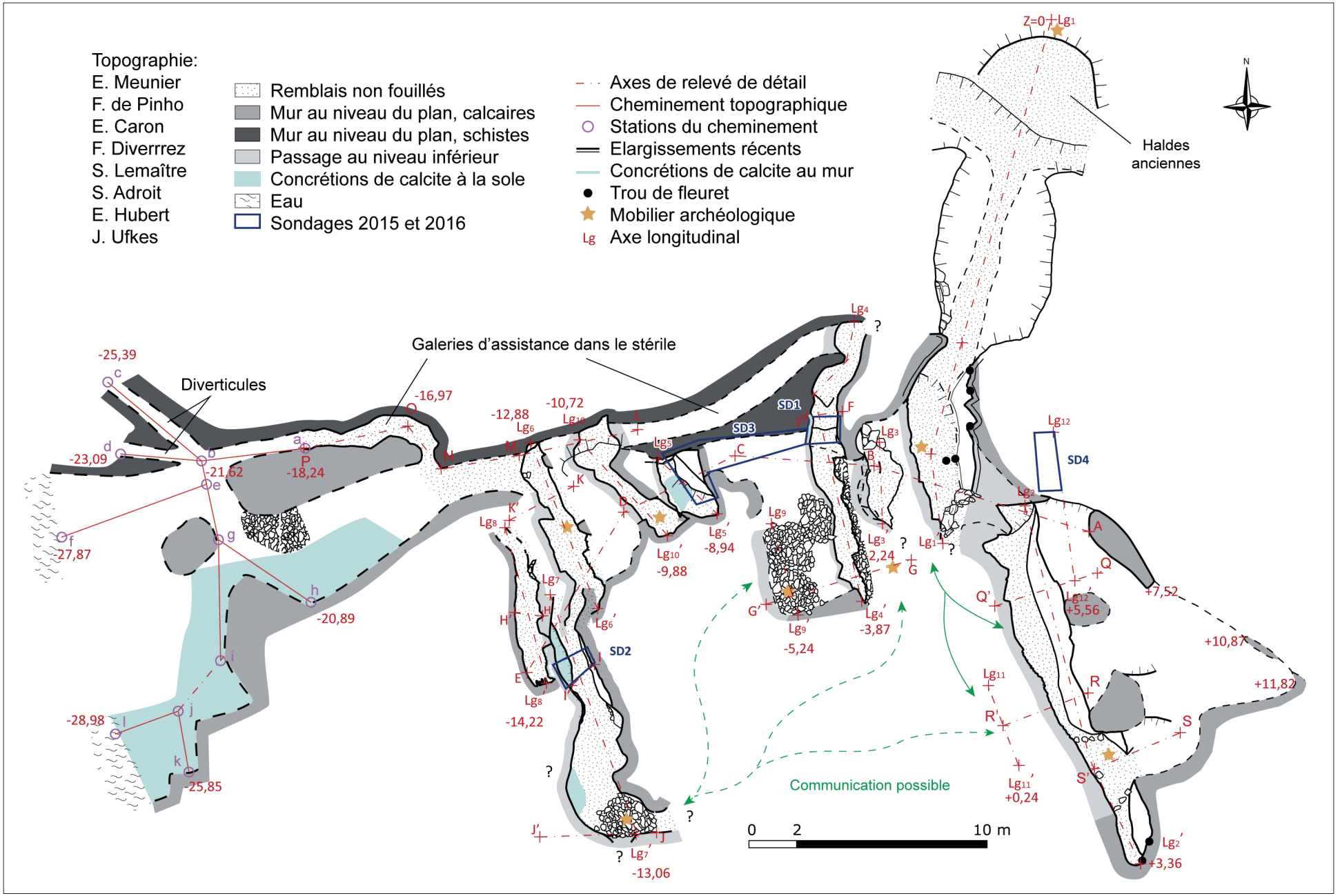


Fig. 52. Plan de la mine de Rougé. *E. Meunier 2022*

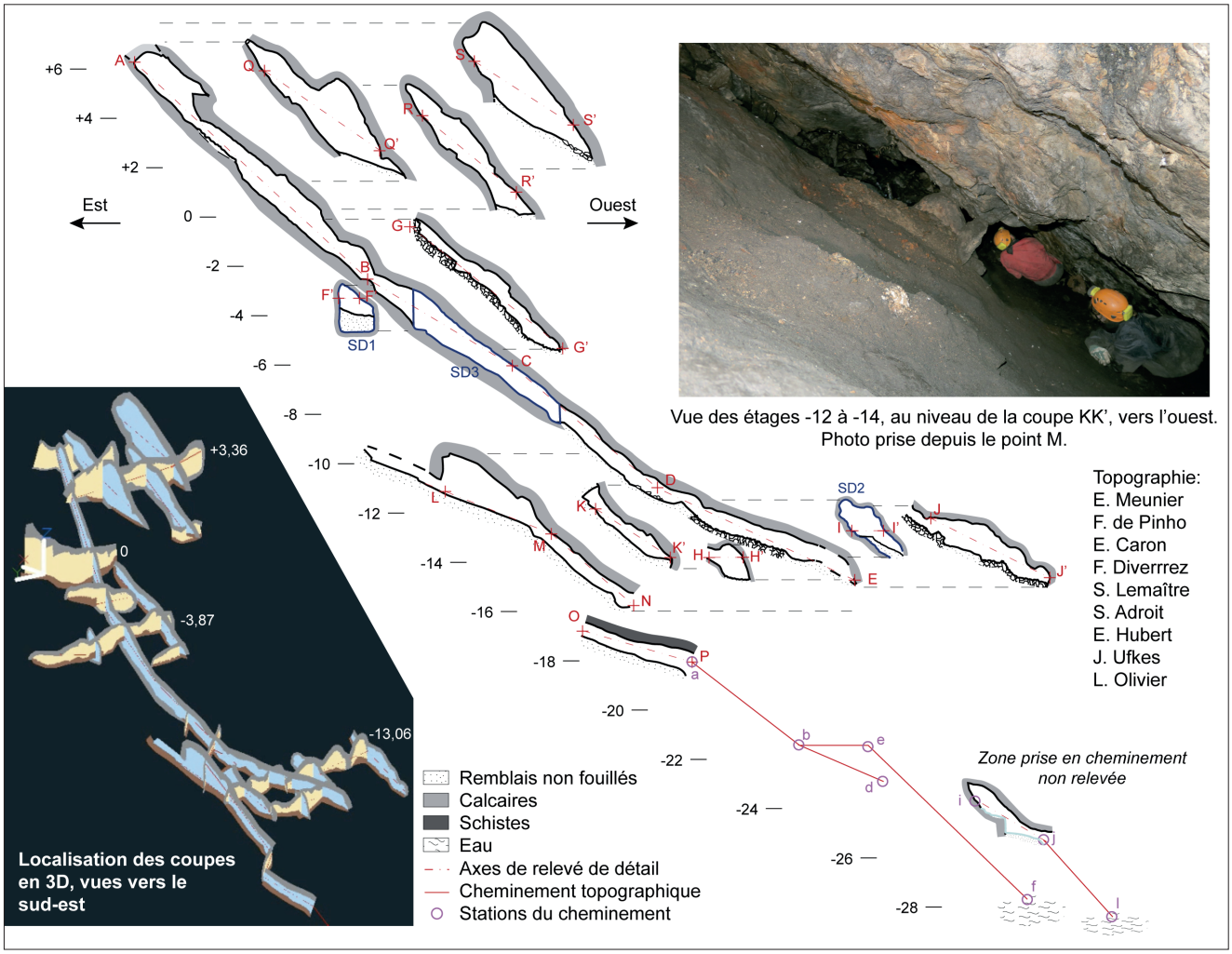
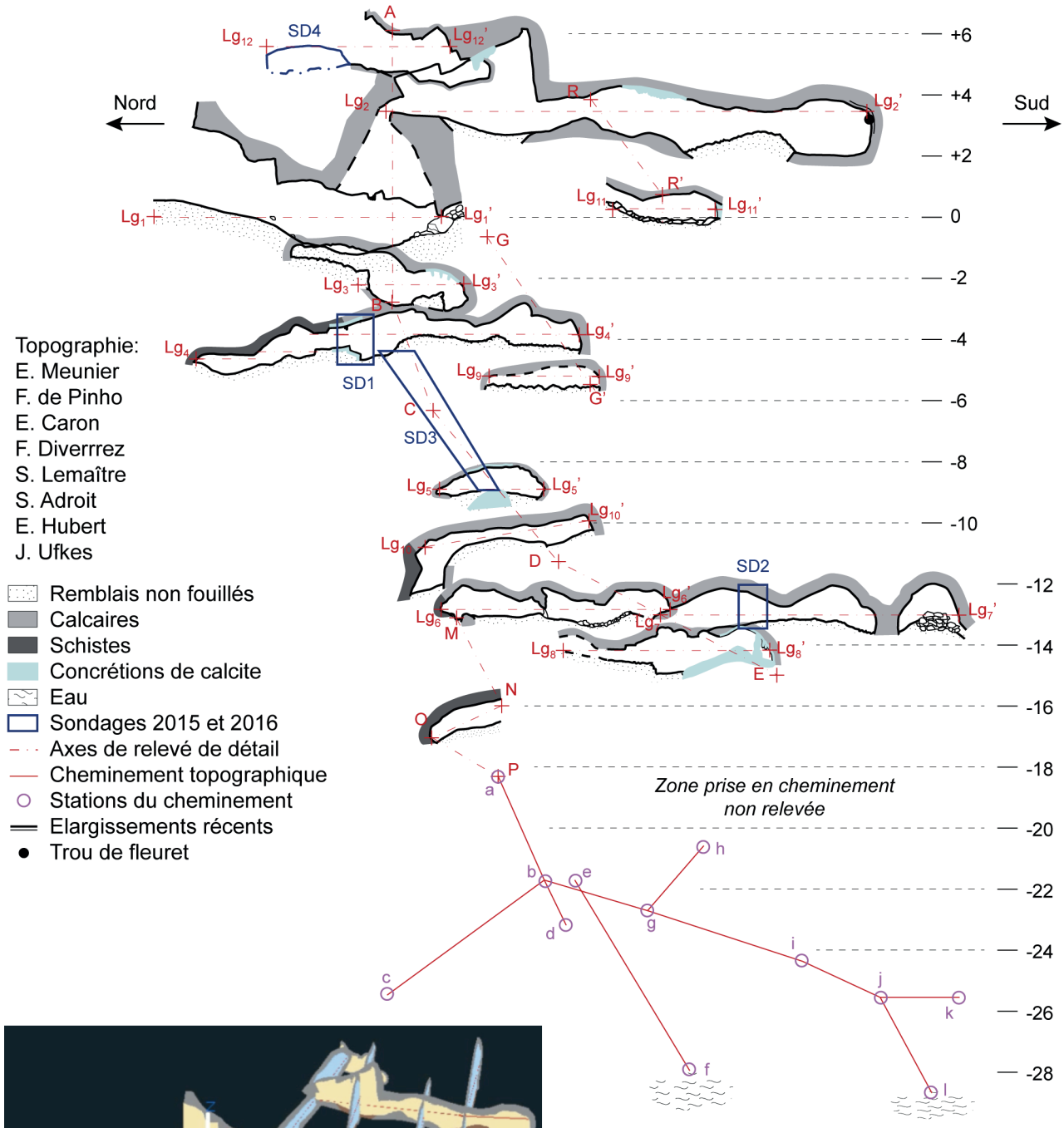


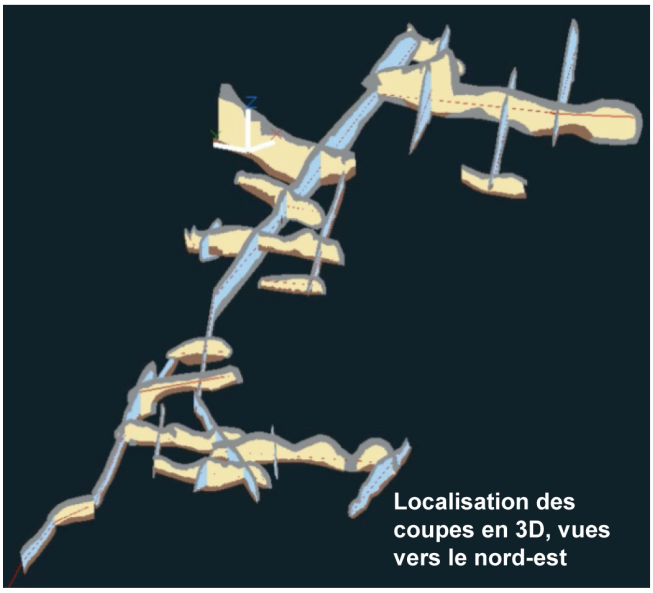
Fig. 53. Coupes transversales de la mine de Rougé. *E. Meunier 2022*

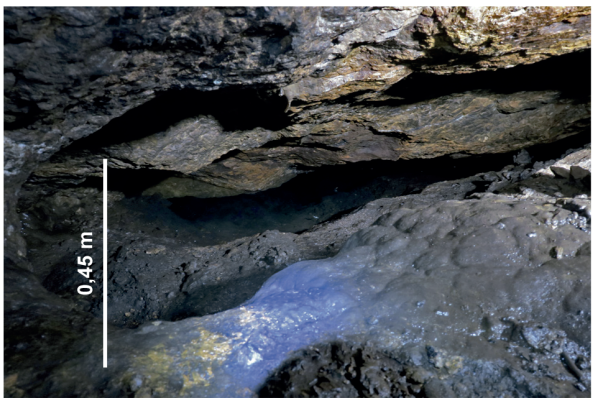
variables : leur diamètre oscille entre 0,3 et 1,5 m et on peut les distribuer en deux groupes. Ainsi, les étages -2,24, -3,87 et -5,23 présentent des grandes coupoles, avec des diamètres supérieurs au mètre (**fig. 56, a**). Au contraire, elles sont nombreuses et plus petites aux étages -13,06 et -14,22 (**fig. 56, b**). Ailleurs, l'usage du feu n'a pas formé de coupoles que l'on puisse individualiser, mais il est tout de même perceptible dans le profil courbe et lisse des parois (**fig. 56, c**). La conduite du feu est donc adaptée à différents objectifs selon qu'il s'agisse d'extraire des volumes importants, de cibler l'abattage sur un point précis, ou de modeler l'encaissant pour la progression dans le chantier.

Nous avons également pu observer des traces d'outils dans deux secteurs (**fig. 57**). Tout d'abord au toit des travaux entre les étages -8,94 et -9,88, ces traces sont conservées sur une petite surface, inférieure à 1 m². Ensuite, dans la partie basse du réseau, dans le secteur correspondant aux stations topographiques i, j et k (cotes -24 à -26), elles apparaissent plus largement à la couronne* et sur la paroi sud, malgré les concrétions. Ce secteur est d'ailleurs le seul dans lequel les gradins d'exploitation sont visibles à la sole* alors que le toit des travaux est régulier. Ces traces peuvent correspondre à la reprise à l'outil des parois pour finir de faire tomber la roche fragilisée par le feu. Le profil globalement concave du creusement entre les étages -8,94 et -9,88 serait assez cohérent avec cette proposition. Pour le secteur des stations i, j et k, le profil anguleux des travaux à cet endroit pourrait indiquer que seul l'outil a été utilisé.

Quelques secteurs présentent ponctuellement un profil un peu différent. On peut en effet observer dans quelques endroits que le mur oriental des travaux est vertical (ou presque). C'est le cas aux cotes +5 (**fig. 53**, coupe SS'), +1 (coupe RR'), -4 (coupe FF', SD1) et -14 (coupe HH'). La fouille du sondage 1 a montré que ce mur vertical s'accompagnait, dans le cas de l'étage -3,87, d'une sole* horizontale ayant conservé des niveaux de circulation en place. Il n'a pas été possible de fouiller tous les secteurs présentant une paroi verticale, mais il aurait été intéressant de vérifier si l'on retrouvait dans tous les cas une sole* horizontale. La stratigraphie conservée, comme nous allons le voir pour le sondage 1, révèle des phases d'activité qui disparaissent dans les secteurs complètement obliques, où les soles* ne sont pas laissées en place. Le profil

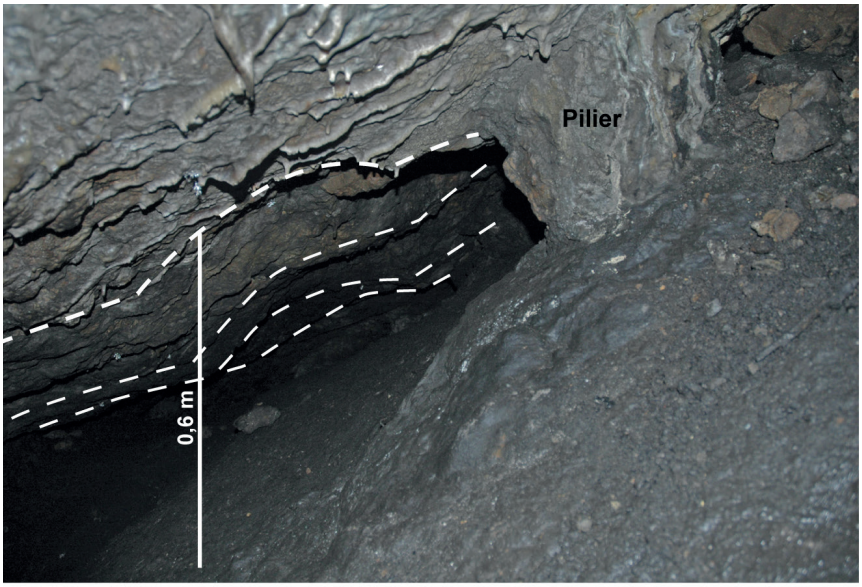






Vue par le haut des étages -26 à -29, depuis le point k vers le point l.

Fig. 54. Coupes longitudinales de la mine de Rougé, projetées par rapport à l'axe (AB). *E. Meunier 2022*

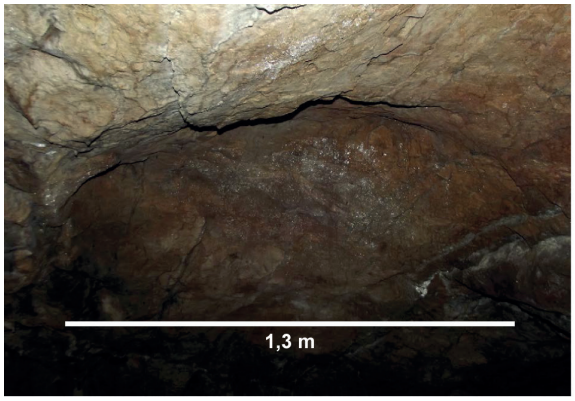


a. Négatifs des étages visibles en couronne, au centre de l'étage -12,88 vus vers le nord.

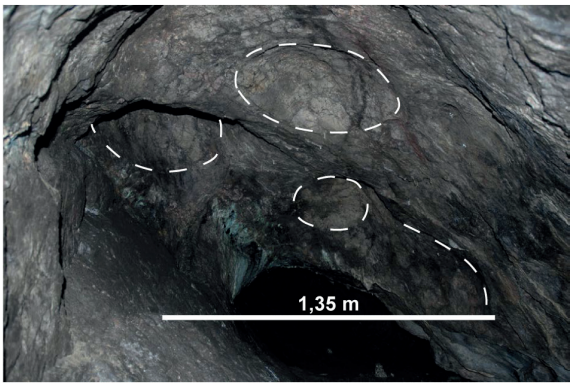
b. Étages supérieurs du réseau à la sole très inclinée et dépourvue d'aménagement pour faciliter la progression. Au premier plan, pilier avec traces d'oxydes de cuivre (flèches). Entrée +5,56 à l'arrière-plan. Vue vers le nord. (cliché J.-M. Fabre)

c. Vue du passage entre les étages -3,87 et -8,94 après fouille, depuis l'ouest (sondage 3, le long de l'axe BCD).

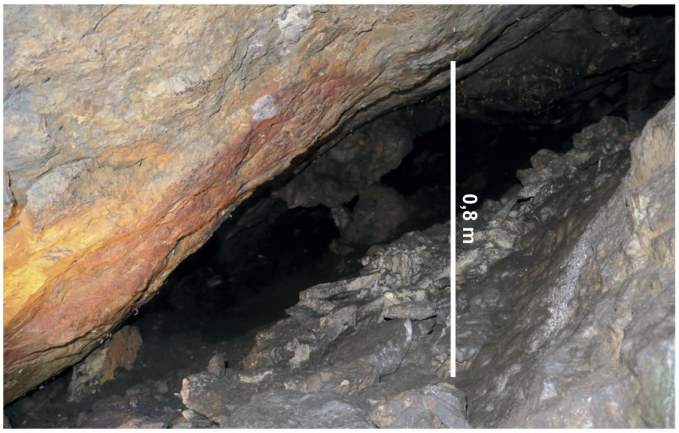
Fig. 55. Profils inclinés des travaux à différents niveaux de la mine de Rougé. *E. Meunier 2022*



a. Grande coupole, étage -3,87

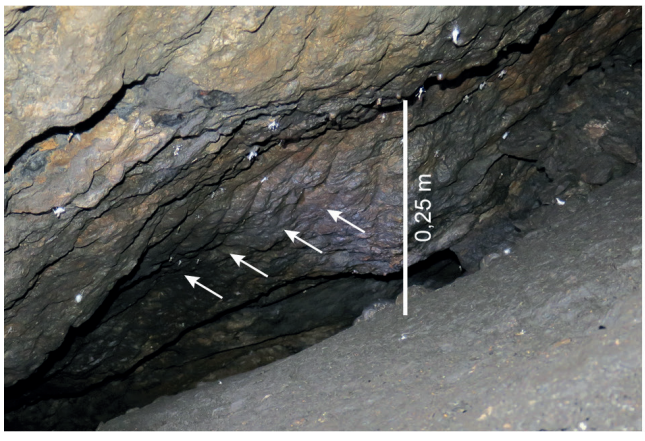


b. Petites coupoles étage -13,06

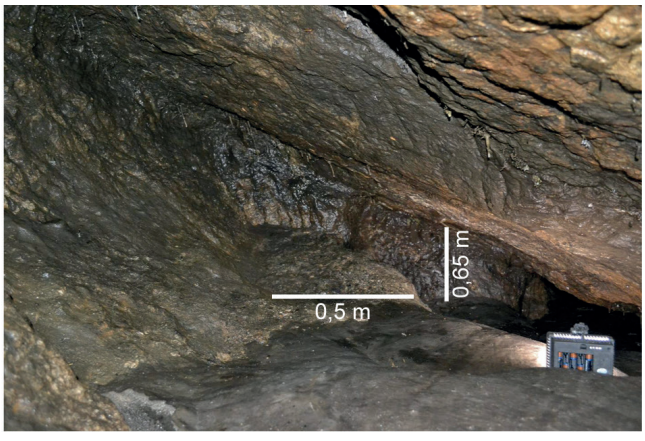


c. Profil courbe et lisse sans coupole individuelle, au sud de l'étage -12,88, vu vers le nord

Fig. 56. Mine de Rougé, stigmates d'abattage au feu. *E. Meunier 2018*



a. Traces d'outil à la couronne à la cote -9,75



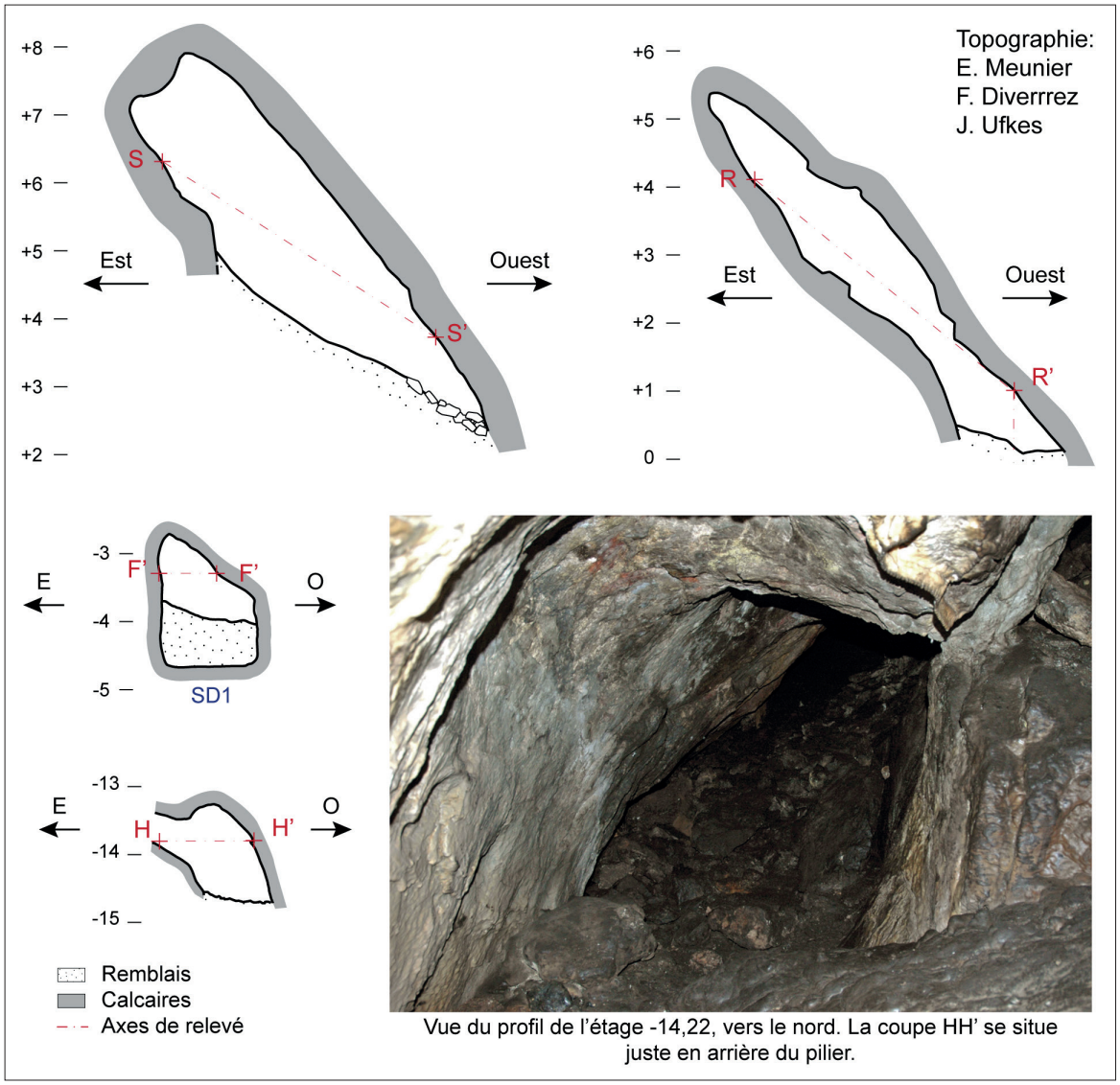
b. Traces d'outil sur l'ensemble de l'étage, cote -25,85

Fig. 57. Mine de Rougé, traces d'outil. *E. Meunier 2018*

complet dégagé dans ce sondage, trapézoïdal, montre aussi des travaux confortables, avec une hauteur maximale de 1,94 m et une largeur de 1,42 m en partie basse.

L'espace, bien qu'encombré par les remblais, est tout de même largement ouvert. De rares piliers ont été laissés en place pour le soutènement. On en a un bel exemple en face de l'entrée +5,56 (**fig. 55, b**), où une fine ligne verte indique le passage du filon, ici très pincé. On en distingue deux autres aux étages -12,88 et -14,22, en partie masqués par le remblai (plan **fig. 52**, photos **fig. 55, a** et **fig. 58**). Dans d'autres endroits, plus que des piliers, ce sont des cloisons de roche qui ont été laissées en place. C'est le cas au sud du passage entre les points C et D par exemple, ou encore à l'est de l'étage -13,06 (**fig. 52**). Le secteur sud cloisonné a ainsi pu être remblayé plus facilement.

Des cloisons séparent aussi deux galeries creusées dans les schistes, en limite nord du chantier, du reste du réseau. Le schiste étant stérile, il s'agit de galeries d'assistance, creusées plus rapidement dans cette roche tendre. Elles pouvaient servir à la circulation des mineurs ou à la ventilation des parties basses. Celle qui relie les étages -3,87 et -9,88 n'est plus praticable car elle est bouchée depuis le haut (**fig. 53**, coupe LMN). Celle qui relie les niveaux -16 à -22, remblayée également (**fig. 59**), permet toutefois d'y passer en rampant sur les deux premiers mètres, puis on peut y tenir assis (largeur moyenne 0,55 m, hauteur sur remblai 0,4 à 0,8 m). Deux diverticules s'enfoncent dans le schiste vers l'ouest et le nord-ouest après cette galerie. Non praticables, leur fonction n'est pas connue. Il semble difficile d'y voir des galeries de recherche, les mineurs ayant eu l'occasion de vérifier avec les deux galeries d'assistance que le schiste était stérile. Peut-être s'agissait-il de galeries d'exhaure* avant que le fond actuel des travaux n'ait été atteint. L'absence de trace de ce genre de galerie à l'extérieur sur le versant laisse toutefois planer le doute.



Vue du profil de l'étage -14,22, vers le nord. La coupe HH' se situe juste en arrière du pilier.

Fig. 58. Mine de Rougé, étages avec le mur oriental vertical. *E. Meunier 2022*

Fig. 59. Mine de Rougé, galerie d'assistance dans le schiste rejoignant les étages -16 à -22, vue vers l'ouest depuis le point O. *E. Meunier 2018*

Les sondages

Les sondages 1 et 2, réalisés en 2015, ont été implantés dans deux secteurs aux profils différents : une galerie avec une paroi verticale pour le sondage 1 (étage -3,87) et un secteur au profil oblique pour le sondage 2 (étage -13,06). Le sondage 1 est aussi le plus proche de l'entrée du niveau 0, et donc celui qui pouvait nous permettre d'appréhender le mieux le démarrage de l'exploitation. Plus que le profil des travaux, que nous avons déjà évoqué, l'intérêt de ces deux sondages réside dans la détermination des différentes phases d'activité que l'on peut en déduire. Les sondages 3 et 4, réalisés en 2016, ont eu pour objectif de reconnaître des aménagements liés aux accès aux travaux : passage incliné entre les étages -3,87 et -8,94 d'une part, entrée supérieure +5,56 de l'autre. Nous avons déjà vu qu'aucun aménagement n'était visible à la sole* du passage incliné mis à nu dans le sondage 3. Le sondage 4, à l'extérieur de la mine, a quant à lui livré des niveaux d'activité qui appellent d'autres commentaires.

Sondage 1

Ce sondage a été implanté devant l'accès à la première galerie d'assistance dans les schistes, au nord de l'étage -3,87. Cet étage a été entièrement ouvert par le feu ; il est actuellement fortement remblayé. Dans la moitié sud, on trouve un amas de blocs stériles de 15 à 30 cm de côté mêlés à une argile ocre qui vient recouvrir le remblai gris sombre plus fin que l'on trouve dans la partie nord (**fig. 60**, plan et coupe longitudinale). Les concrétions de calcite abondantes contre la paroi ouest au niveau du sondage ont soudé une partie des blocs à la paroi (**fig. 60**, photo). Ces concrétions ont également protégé la stratigraphie d'un effondrement dans le passage vers les niveaux inférieurs.

Pour ce site comme pour les suivants, la description détaillée des US est donnée en annexe 3. Dans le texte, seul le type d'US et son interprétation est indiquée. Seize US (**tabl. 5**) ont pu être distinguées dans le comblement de cette galerie, qui correspondent à des alternances d'activité, localement ou dans un secteur proche de la mine, à l'utilisation de l'espace vide comme lieu de stockage de déblais et à l'abandon de l'activité. Cela conduit à restituer six phases dans cette galerie (**fig. 61**).

N° US	Type d'US	Interprétation	Pour datation
US 101	Remblai	Stockage de stériles	-
US 102	Remblai	Stockage de stériles	-
US 103	Effondrement de paroi	Abandon	-
US 104	Remblai	Stockage de stériles	-
US 105	Résidus d'abattage au feu déplacés	Activité à proximité	Charbons
US 106	Rejet de sédiments avec petits éclats schisteux	Activité à proximité	-
US 107	Niveau de circulation	Activité locale	-
US 108	Résidus d'abattage au feu	Activité locale	-
US 109	Remblai	Stockage de stériles	-
US 110	Muret grossier	Stockage de stériles	-
US 111	Niveau de circulation	Activité locale	Charbons
US 112	Altération de la roche	Naturel	-
US 113	Creusement dans les remblais US 109	Activité locale	-
US 114	Résidus d'un petit bûcher d'abattage	Activité locale	Charbons
US 115	Résidus d'abattage au feu	Activité locale	-
US 116	Sédimentation	Abandon	-
US 117	Concrétion de calcite	Abandon	-

Tabl. 5. US du sondage 1 de la mine de Rougé.

La première phase correspond à l'ouverture de la galerie, au contact des calcaires (au toit) et des schistes (à la sole* et au mur oriental). Elle est utilisée comme espace de circulation, marqué par le niveau induré US 111. La présence abondante de charbons est à mettre en relation avec une exploitation au feu dans un secteur proche. Cette circulation peut témoigner de l'utilisation de la galerie d'assistance immédiatement au nord (**fig. 52**) pour le passage des mineurs et l'évacuation des produits des niveaux inférieurs. La phase 2 correspond à une réorganisation de l'espace souterrain avec la condamnation du passage vers le nord et la transformation de la galerie en espace de stockage de déblais. Le muret US 110 est mis en place en même temps que l'US 109 pour empêcher un éboulement vers le passage descendant (axe BC du plan général, **fig. 52**). L'homogénéité du remblai et son caractère très meuble indiquent une action de comblement rapide. Une partie du muret est cependant démontée lors de la phase 3,

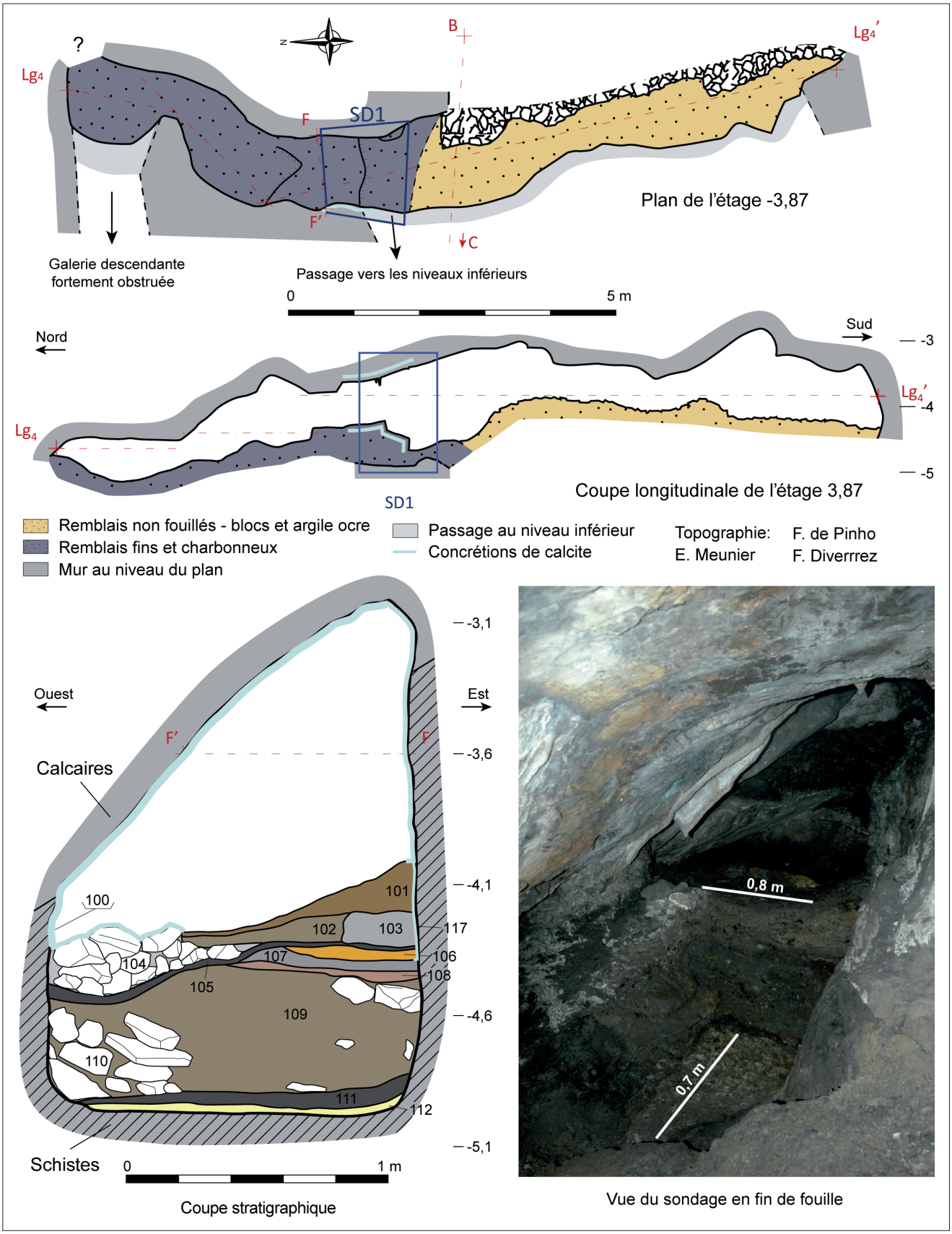


Fig. 60. Mine de Rougé, localisation et stratigraphie du sondage 1. *E. Meunier 2022*

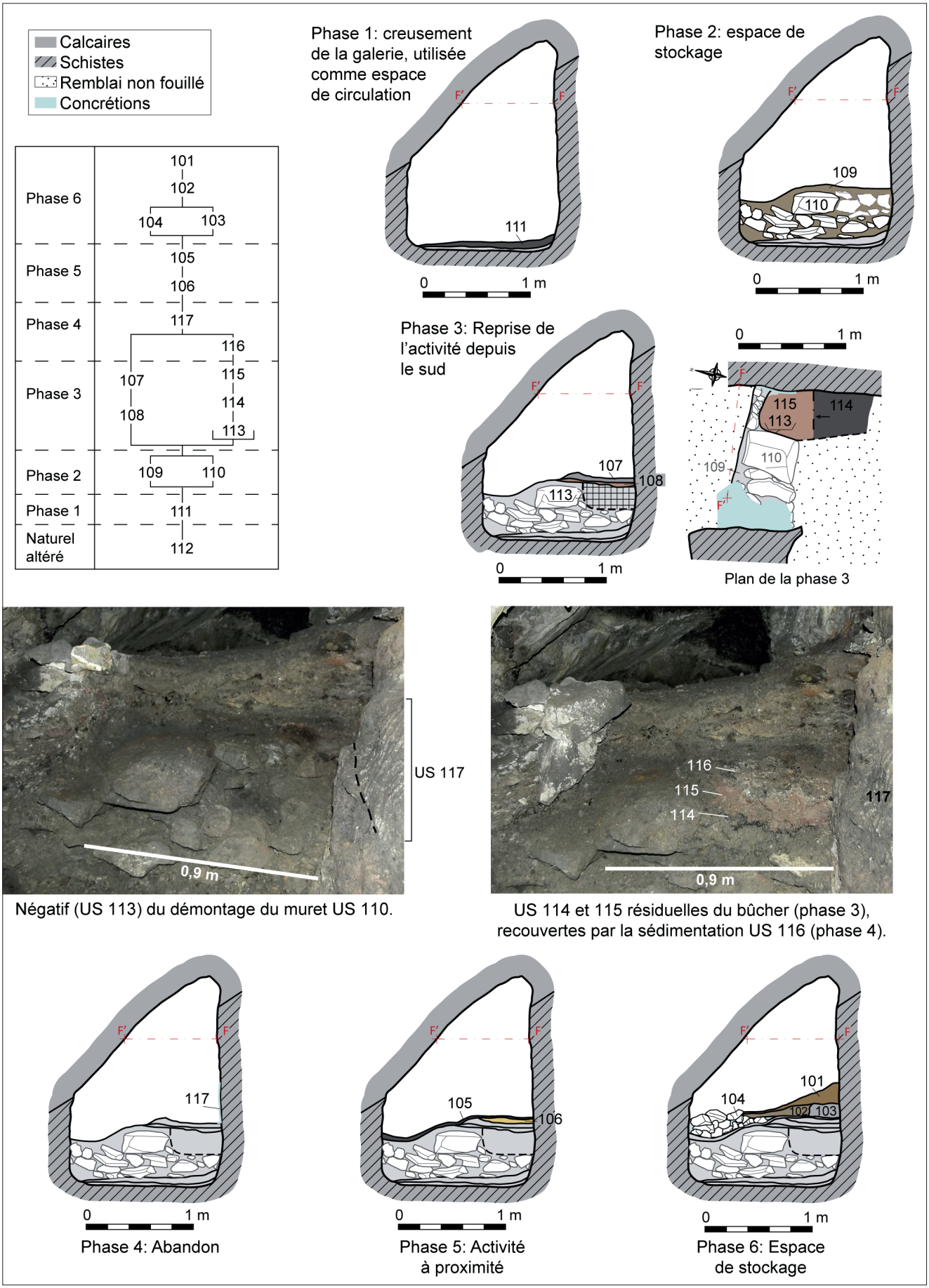


Fig. 61. Mine de Rougé, phases du sondage 1. *E. Meunier 2022*

pour installer un petit bûcher contre la paroi est (US 113, 114 et 115, plan de la **fig. 61**). Ce bûcher ne s'étendait pas vers le nord et n'est donc pas visible dans la coupe, mais il semble se prolonger vers le sud. La stratigraphie est cependant perturbée dans cette direction par le passage vers les niveaux inférieurs. Ce bûcher correspond à une reprise d'exploitation très ponctuelle, étant donnée la faible épaisseur des US concernées. Au nord du foyer, les US 107 et 108 sont mises en place lors de cette phase. L'US 108, rejet d'éléments rubéfiés, peut correspondre à un curage de l'aire de combustion, dont les débris auraient été repoussés vers le nord, faisant toujours office de zone de stockage depuis la phase 2. La couche 107, indurée, évoque un niveau de circulation ou plutôt de piétinement lié à l'activité contemporaine du foyer. S'ensuit un abandon du secteur assez long, la phase 4, qui voit le dépôt d'une fine couche d'argile (US 116) qui recouvre les résidus du bûcher alors que des coulures de calcite (US 117) se forment sur la paroi est, s'arrêtant justement au niveau de l'US 115. On peut se poser la question de l'utilisation du passage descendant de l'axe BC à ce moment-là, car le foyer semble bien déborder vers le sud. La moitié sud de la mine, aujourd'hui complètement comblée, pouvait constituer une autre voie d'accès aux niveaux profonds.

La phase 5 correspond à une nouvelle reprise d'activité dans un secteur proche. L'US 106, un rejet de sédiments incluant des petits éclats schisteux, commence à recouvrir les coulures de calcite US 117 formée le long de la paroi est. Elle peut correspondre à un petit curage d'un secteur proche. L'US 105, épandage observé sur toute la surface du sondage de résidus d'abattage au feu de peu d'envergure (2 à 4 cm d'épaisseur), montre qu'un petit travail d'extraction au feu est en cours près de là, peut-être plus au sud du même étage. On constate aussi qu'à partir de cette phase, les différents niveaux présentent un pendage marqué vers le sud-ouest, c'est-à-dire vers le passage descendant dans les étages inférieurs, qui ne doit donc plus être vraiment fréquenté si on prend le risque que les remblais s'y déversent. À cette reprise qui semble ponctuelle succède la phase 6, qui regroupe les derniers comblements visibles dans la galerie (US 101 à 104). Les concrétions importantes formées sur la paroi orientale au-dessus de ces US et qui recouvrent les blocs de l'US 104 montrent que l'espace n'a pas été perturbé pendant un long moment. Cette couche de concrétion épaisse et uniforme, qui a formé un petit bourrelet sur le dessus de la stratigraphie, se distingue des fines coulures de l'US 117, qui ont pu se former le long de la paroi alors libre jusqu'à la hauteur de l'US 116.

La stratigraphie du sondage ne permet pas d'aller plus loin, mais l'observation du reste de l'étage permet tout de même de restituer une phase 7. En effet, les dernières concrétions ont scellé à la paroi est, juste au sud de l'espace sondé, quelques cm² de remblai qui se retrouvent ainsi suspendus et montrent que le comblement de l'espace a été plus important qu'il ne l'est aujourd'hui. Ce négatif d'un dégagement de l'espace pourrait correspondre, sans certitude, aux visites du début du XXe siècle qui avaient reconnu les travaux sur toute leur hauteur. Le comblement au sud, composé des blocs stériles pris dans une argile ocre, serait aussi intervenu au cours de cette phase 7, peut-être suite à l'élargissement de l'entrée réalisée au début du XXe siècle.

Sondage 2

Le deuxième sondage se situe au nord de l'étage -13,06, sous une série de petites coupoles d'ouverture au feu (**fig. 62**). L'objectif était d'obtenir des éléments de datation de l'exploitation au feu et de définir le profil de l'ouvrage. La stratigraphie est ici beaucoup plus simple que pour le premier sondage : seules quatre US ont été identifiées, dont le négatif du creusement (**tabl. 6**). La sole* de ce chantier n'a pas pu être atteinte, car il aurait fallu élargir la zone de fouille pour pouvoir l'approfondir. La disposition des remblais dans ce secteur ne le permettait pas sans déplacer de grands volumes de sédiments, trop importants pour ce sondage.

N° US	Type d'US	Interprétation	Pour datation
US 200	Négative : creusement	Exploitation locale	-
US 201	Couche de calcite	Abandon	-
US 202	Niveau de circulation	Activité locale	Charbons
US 203	Remblai	Activité proche	Charbons

Tabl. 6. US du sondage 2 de la mine de Rougé.

Nous pouvons proposer quatre phases dans ce secteur peu remanié (**fig. 62**). Lors de la phase 1, le chantier est en exploitation, avec l'utilisation du feu comme l'attestent les nombreuses petites coupoles visibles à la couronne* (**fig. 62**, photo b et coupe). Ce chantier est fortement incliné (pendage de 40° vers l'ouest), mais aucun gradin n'est conservé dans le rocher. Seuls trois reliquats de sole* sont identifiables (**fig. 62**, coupe stratigraphique), montrant que les mineurs ont approfondi le chantier progressivement en se décalant vers l'ouest. Ces ressauts ne conservent pas de sédiment que l'on pourrait rattacher à l'exploitation locale, ne laissant que le négatif du creusement pour représenter cette phase.

La phase 2 correspond à la transformation du chantier vidé en zone de stockage de stériles. Il est remblayé massivement par l'US 203. Cette US provient de l'exploitation d'un autre secteur de la mine, où l'utilisation du feu est toujours dominante au vu du nombre élevé de charbons de taille centimétrique. Quelques-uns des éclats de roche

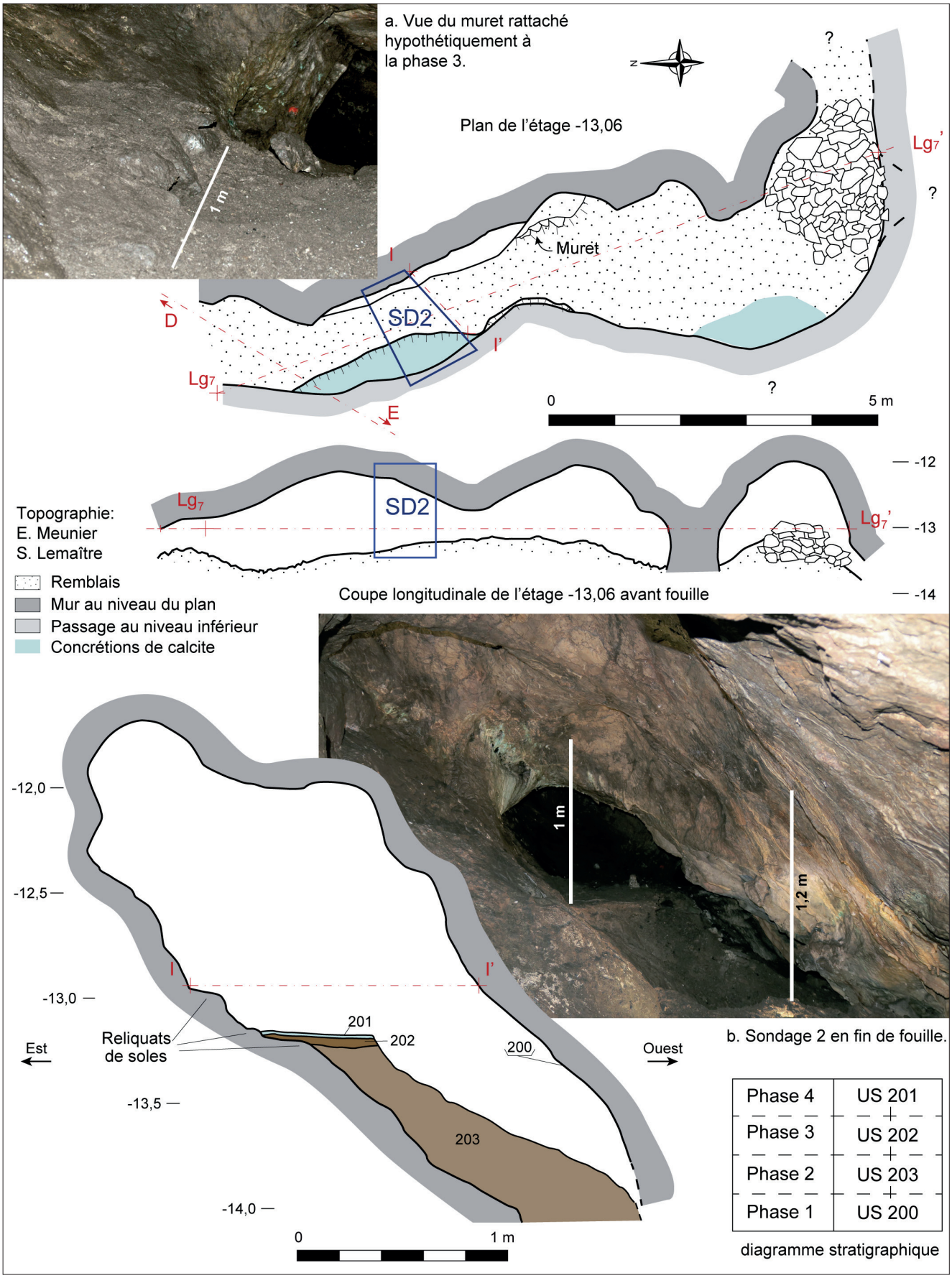


Fig. 62. Mine de Rougé, sondage 2. *E. Meunier 2022*

étaient également noircis de suie. Ce remblai, fouillé entre les cotes -13,35 m et -14,18 m et se poursuivant vers le bas, comble également le sud de l'étage -14,22.

La phase 3 voit la conversion de cet espace de stockage en zone de circulation, comme l'atteste le niveau de sol de l'US 202. À titre d'hypothèse, ce niveau pourrait être mis en relation avec un amas de blocs un peu plus au sud de ce même étage, contre la paroi est (**fig. 62**). Ces blocs pourraient correspondre à l'aménagement d'une petite plate-forme pour reprendre l'abattage au niveau d'un élargissement du chantier vers le haut et l'est. La couche de calcite formée sur le dessus de cette stratigraphie, qui a protégé le fin niveau de sol US 202, correspond à l'abandon définitif du secteur, la phase 4.

Sondage 3

Le sondage 3 a été implanté dans le passage permettant l'accès actuel aux niveaux inférieurs de la mine, le long du contact entre les schistes et les calcaires (**fig. 55**, photo c). Il prolonge le sondage 1 en descendant et a permis le dégagement de la sole* jusqu'à l'étage -8,94. La fouille a montré que le comblement présent dans cette zone de passage était très peu épais, correspondant à une seule US de remblai (US 301) avec quelques petits blocs calcaires. Cette stratigraphie ne permet pas de distinguer de phases.

Si cet espace sert aujourd'hui simplement de passage vers les étages inférieurs, il s'agissait à l'origine d'un espace d'exploitation, actuellement comblé vers le sud, qui regroupe trois à quatre étages. Ce secteur d'exploitation constituait probablement une zone largement ouverte à l'origine, qui devait inclure l'étage -5,24 (**fig. 63**). L'uniformité de la paroi nord de cet espace, au niveau du passage actuel donc, pourrait toutefois indiquer que le contact a été reconnu vers le bas (donc l'ouest) d'un seul jet, puis que l'exploitation s'est développée vers le sud par différents étages. Ces étapes de l'exploitation correspondent à plusieurs phases qui n'apparaissent pas dans la stratigraphie. Elles ne sont pas non plus reflétées par le profil des travaux à cet endroit, parfaitement lisse à la sole* et qui conserve seulement quelques ressauts en couronne*.

Les sédiments fouillés à la sole* proviennent de l'effondrement des remblais supérieurs et ont pu être entraînés récemment dans ce passage. Les archives ne précisent pas si un dégagement de cet espace a été réalisé par les prospecteurs miniers du début du XXe siècle. Le fait est que l'US 301 est peu propice, dans ces conditions, à nous fournir des éléments attribuables avec sécurité aux phases anciennes de l'exploitation. Aucun charbon n'a donc été prélevé dans cet environnement.

La partie haute de l'étage -8,94, dégagée lors de ce sondage, présente une paroi orientale verticale. La sole* est presque horizontale, mais aucun niveau de circulation n'a pu être mis en évidence dans cette partie supérieure. Les concrétions de calcite très épaisses qui ont marqué la limite de l'extension vers l'ouest du sondage préservent très probablement une stratigraphie plus complète.

Sondage 4

Le sondage 4, implanté sur un replat à l'extérieur de la mine, devant l'entrée +5,56 (**fig. 66**), avait comme objectif de vérifier si des activités liées au traitement du minerai (tri et concassage par exemple) avaient pu prendre place à cet endroit et éventuellement de préciser la chronologie de l'utilisation de cet accès. Ces questions ne sont que partiellement résolues à l'issue du sondage, mais les résultats ouvrent des perspectives intéressantes concernant cette mine.

Après le dégagement en extension de la couche d'humus, une tranchée (0,8 × 2 m) a été implantée dans l'axe de l'entrée, entre un bloc affleurant qui paraissait indiquer le rocher en place et une souche suspectée de perturber la stratigraphie autant que la fouille (**fig. 64**). Le sondage a été interrompu avant d'atteindre le terrain naturel car les US en place identifiées au fond du sondage requéraient une fouille en aire ouverte, non réalisable dans le délai disponible.

Dix US ont été identifiées dans ce sondage (**tabl. 7**, **fig. 65**, **fig. 66**, coupes et **fig. 67**, photo a). Elles permettent de différencier quatre étapes principales, correspondant à une activité de traitement du minerai ou de métallurgie primaire sur ce replat puis à proximité, puis à l'utilisation de l'espace pour stocker des stériles avant l'abandon total du site.

N° US	Type d'US	Interprétation	Pour datation
US 401	Humus	Naturel	-
US 402	Niveau pierreux	Étalement de haldes*	-
US 403	Rejet pierreux	Étalement de haldes*	Mobilier
US 404	Rejet de poudre de schiste	Activité proche	Mobilier
US 405	Rejet de matériaux rubéfiés	Activité proche	Mobilier
US 406	Rejet de nodules d'argile	Activité proche	-
US 407	Niveau de sol	Activité locale	-
US 408	Niveau de sol	Activité locale	-
US 409	Blocs calcaires stériles	Haldes	-
US 410	Amas de blocs	Structure effondrée ?	-

Tabl. 7. US du sondage 4 de Rougé.

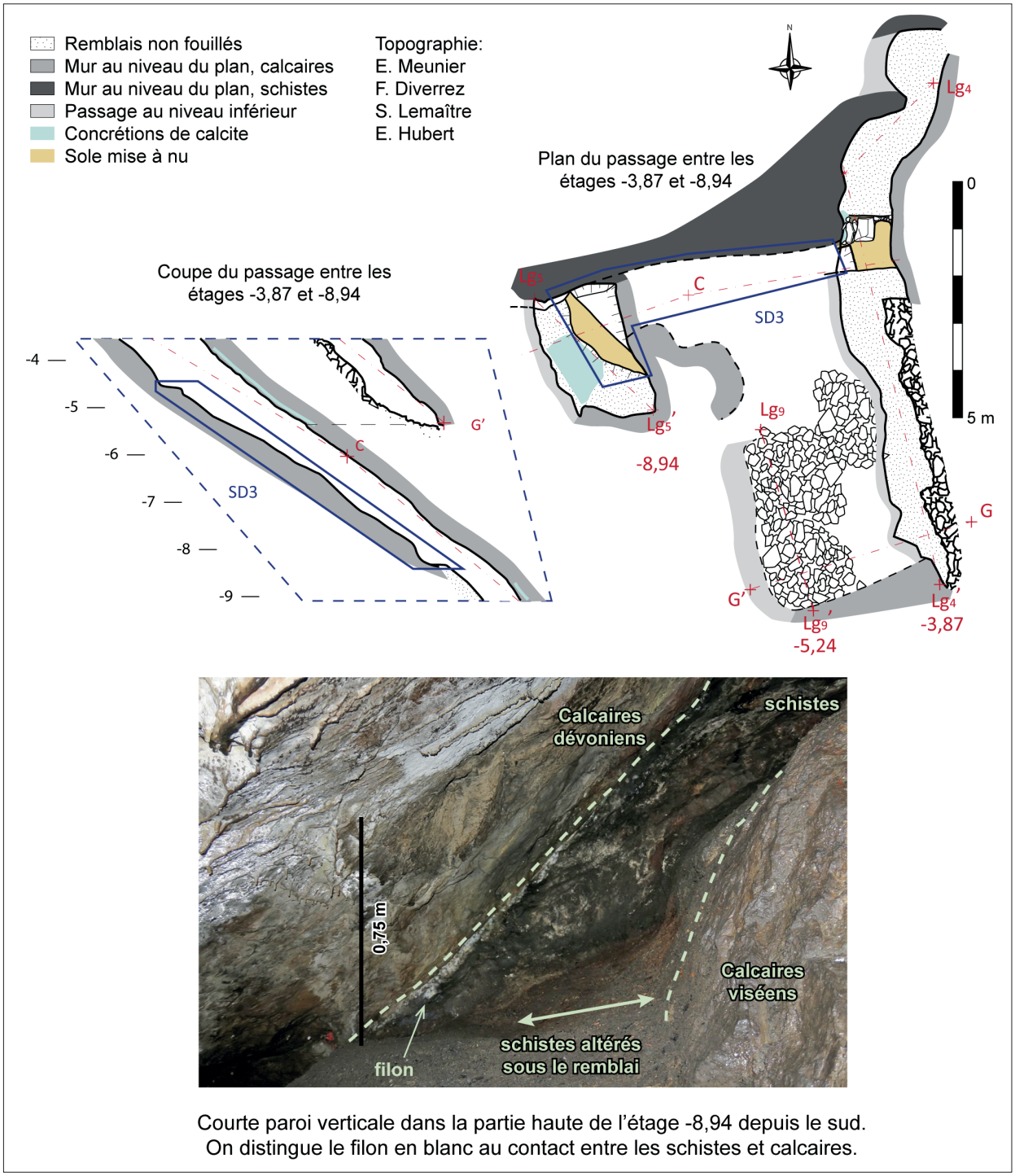


Fig. 63. Mine de Rougé, sondage 3. *E. Meunier 2022*

La première phase identifiée dans la stratigraphie correspond à une activité prenant place sur ce replat face à l'entrée +5,56. L'amas de blocs de l'US 410 (**fig. 66**, photo), non fouillé, ne peut pas être interprété en l'état, mais il pourrait s'agir d'une structure de chauffe effondrée, au vu de la présence d'argile rougie et de traces charbonneuses au sein de ces blocs. Les niveaux 408 et 407 se caractérisent par une argile rougie, révélant là aussi des opérations de chauffe. L'US 408, très indurée et contenant de nombreux blocs calcaires (**fig. 66**, photo), pourrait marquer la sole* d'une aire de grillage de minerai, qui s'effectue dans des foyers ouverts, ou un niveau de sol aménagé autour de la structure effondrée de l'US 410. L'US 407, très indurée également, mais avec seulement des petits éclats rocheux et quelques charbons, s'apparente plutôt à l'accumulation de matière sur un niveau de circulation (**fig. 67, d**). Ces trois US montrent que l'entrée +5,56 n'était plus utilisée pour l'accès au réseau à ce moment-là et que l'exploitation se déroulait alors à des niveaux inférieurs de la mine.

Fig. 64. Mine de Rougé, implantation du sondage 4 après dégagement de l'humus. On observe les blocs stériles calibrés de l'US 402 étalés sur toute la surface. *E. Meunier 2018*

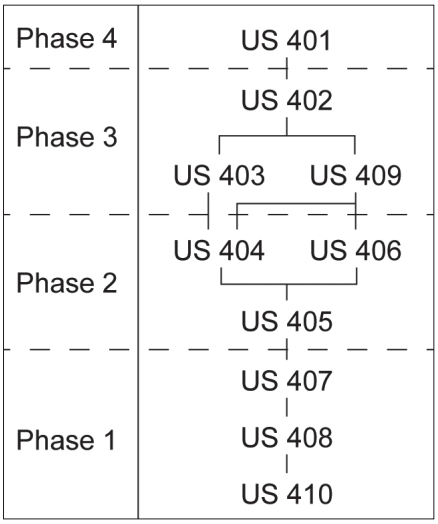


Fig. 65. Diagramme stratigraphique du sondage 4 de la mine de Rougé. *E. Meunier 2022*

Les US postérieures, 406, 405 et 404, sont constituées de rejets variés. Ils correspondent à une deuxième phase au cours de laquelle le petit atelier qui existe sur ce replat ne fonctionne plus et sert de dépotoir à une zone de travail proche. L'US 406, composée de nodules d'argile rubéfiée (**fig. 67, c**), indique très probablement une activité de traitement thermique du minerai ou de métallurgie primaire. L'US 405, avec ses inclusions de charbon et de nodules d'argile brûlée, évoque le même type d'activité et peut correspondre au curage d'un sol d'atelier par exemple. L'origine de l'US 404 est plus difficile à interpréter dans la mesure où cette accumulation uniforme de schiste réduit en poudre (**fig. 67, b**) n'a pas de fonction évidente. Les tessons d'amphores identifiés dans les US 405 et 404 nous situent entre la fin du IIe et le Ier siècle av. n. è. L'absence de niveau de sédimentation entre l'US 405 et les niveaux antérieurs nous invite à attribuer l'activité des US 408, 410 et 407 à la même période.

Pour la troisième phase, les US 409, 403 et 402, qui contiennent toutes des blocs calcaires stériles de taille réduite, correspondent à des rejets miniers de type haldes* plus ou moins denses, qui peuvent avoir été étalés depuis l'est. Le gros bloc erratique visible dans la coupe est, qui n'est donc pas le rocher affleurant, tout comme celui qui se trouve en travers de l'extrémité sud du sondage, tranche avec les autres éléments plus calibrés. Cela n'est toutefois pas incohérent en contexte minier. Les tessons d'amphore et de céramique campanienne de l'US 403 semblent indiquer que l'on se situe toujours à la même période, bien qu'il soit possible que ce mobilier ait été remobilisé plus tardivement. Ces niveaux ne contiennent pas de résidus associés à de la métallurgie primaire. La couche d'humus US 401 s'est formé suite à l'abandon définitif de l'activité minière sur ce site.

Chronologie et dynamique d'exploitation

Les données chronologiques sont fournies par du mobilier et des datations radiocarbone. Le mobilier provient de l'intérieur de la mine (mais à la surface des remblais) des niveaux de haldes* fouillés devant l'entrée +5,56 en 2016 et d'un sondage dans les haldes* situées au nord de l'entrée principale, réalisé suite aux travaux forestiers de 1986 (Dubois & Guilbaut 1989). Le mobilier, composé de tessons d'amphores italiques Dressel 1 (1A lorsque le type a pu être précisé) et de quelques tessons de campanienne A, se rattache à une période comprise entre la fin du IIe siècle av. n. è. et le Ier siècle av. n. è. (**tabl. 8** et **fig. 68**). Le faible nombre d'éléments conservés et leur diffusion longue ne permet pas de proposer un intervalle de temps plus réduit. Les tessons qui se trouvaient dans les niveaux de haldes* et dans les rejets localisés devant l'entrée +5,56 confirment qu'il s'agit d'éléments liés à une phase d'exploitation, et pas seulement à une réutilisation de la mine comme dépotoir.

Cinq charbons provenant de cinq US différentes des sondages 1 et 2 ont été datés dans cette mine (**fig. 69**). Dans le sondage 1, ils proviennent du premier niveau de circulation sur la sole*, l'US 111, de la couche de charbons du bûcher correspondant à la reprise de la phase 3, l'US 114, et de la couche de rejet charbonneuse postérieure à la première formation de calcite, l'US 105. Pour le sondage 2, ils proviennent des deux US qui en ont livrés, soit le remblai massif US 203 et le niveau de circulation US 202. Les résultats ne correspondent pas du tout avec la chronologie du mobilier, comme on peut le voir sur la figure 69.

Catégorie	Type	Élément	NR	Commentaire
Amphore	Italique	Panse	6	Dans les travaux, à la surface des déblais.
Campanienne A	Bol ?	Panse	1	Dans les travaux, à la surface des déblais.
Amphore	Italique	Panse	-	Autour des travaux en surface, non ramassés
Campanienne A	Indéterminé	Panse	1	US 403
Amphore	Dressel 1	Panse	3	US 403
Amphore	Dressel 1	Panse	1	US 404
Amphore	Dressel 1	Panse	2	US 405
Amphore	Dressel 1A	Lèvre	1	Dubois & Guilbaut 1989, 369 (dessin **fig. 102**)
Amphore	Dressel 1A	Panse	-	Dubois & Guilbaut 1989, 369
Amphore	Dressel 1A	Anse	-	Dubois & Guilbaut 1989, 369 (dessin **fig. 102**)
Amphore	Dressel 1A	Pied	-	Dubois & Guilbaut 1989, 369 (dessin **fig. 102**)
Campanienne A	Lamb. 27c	Bord	1	Dubois & Guilbaut 1989, 369 (dessin **fig. 102**)

Tabl. 8. Inventaire du mobilier de Rougé. NR : nombre de restes.

Il apparaît ainsi que la mine de Rougé a été ouverte dès les IVe et IIIe siècles av. n. è. et qu'elle a connu une reprise au XIVe siècle, à la fin du Moyen Âge. La sole* du sondage 1, à l'étage -3,87, livre l'âge radiocarbone le plus ancien (2285 ±30 BP), suivi par le bûcher de la première reprise (2205 ±30 BP). Les deux charbons du sondage 2, à l'étage -13,06 donnent la même date radiocarbone, 2190 ±30 BP. Leur âge radiocarbone est également très proche de celui de l'US 114, pour la reprise à l'étage -3,87. Les concrétions de calcite de l'US 117, qui scellent l'abandon du foyer après la première reprise, se sont donc formées dès le IIIe siècle av. n. è. La date suivante, pour l'US 105, nous transporte directement au Moyen Âge, sans que l'on puisse identifier dans ces US du sondage 1 un niveau correspondant à la période d'activité mise en évidence par le mobilier. Le sondage 2 montre lui aussi un abandon antérieur à la fin du IIe siècle av. n. è., et l'identification préalable des charbons par R. Cunill, anthracologue, permet d'assurer qu'il n'y a pas d'effet "vieux bois".

La configuration du réseau, très ouvert à l'origine et fortement incliné, implique que les étages supérieurs à l'entrée 0 aient été vidés avant que l'exploitation ne s'enfonce dans les étages inférieurs. La sole* de l'étage -3,87 étant antérieure à la fin du IIIe siècle av. n. è., on peut situer l'exploitation des étages supérieurs au moins au début de ce siècle, et probablement dès le IVe siècle. Les dates des US 114, 203 et 202 montrent que les étages -3,87 et -13,06 étaient déjà vidés à la fin du IIIe siècle av. n. è. ou dans les toutes premières années du IIe siècle av. n. è. si l'on tient compte des dates calibrées les plus tardives. Comme le remblai de l'US 203 s'enfonçait vers l'étage -14,22, on peut raisonnablement considérer que cet étage était également vide à la fin du IIIe siècle av. n. è. Il ressort de tout cela que les deux tiers de la mine de Rougé, au minimum, étaient déjà vidés à cette période, avant la phase d'exploitation correspondant au mobilier italique.

La question de l'ampleur de l'exploitation entre la fin du IIe et le Ier siècle av. n. è. se pose alors d'une toute autre manière que lorsque seul le mobilier permettait de dater la mine. Trop peu de secteurs ont été fouillés pour pouvoir être affirmatif. Il est cependant probable que cette phase d'exploitation concerne les étages inférieurs au niveau -14,22. On pourrait envisager des reprises ponctuelles dans les étages déjà exploités, mais les profils visibles, homogènes, ne donnent pas vraiment d'indications de la sorte. Le secteur sud, complètement remblayé, pourrait bien sûr être différent, mais il sera difficile de le savoir sans des fouilles mobilisant d'importants moyens de déblaiement. Ces résultats amènent également à se demander si, entre la fin du IIe et le Ier siècle av. n. è., on se trouve face à une poursuite de l'activité initiée aux IVe et IIIe siècles ou s'il s'agit d'une reprise après une interruption. La formation des concrétions de l'US 117, qui s'appuient sur l'US 116, et de celles de l'US 201, qui scelle la stratigraphie de l'étage -13,06, nous feraient plutôt pencher pour la restitution d'un abandon de l'activité pendant le IIe siècle av. n. è.

Le profil des travaux est d'ailleurs assez similaire depuis les étages les plus hauts jusqu'aux niveaux inférieurs, ce qui n'incite pas à les attribuer à des chronologies variées. Le seul secteur différent se situe entre les cotes -24 et -26. Entièrement ouvert à l'outil, la couronne* est régulière alors que des gradins se voient à la sole* (**fig. 57, b**). Cependant, ce type de profil fait penser à ce que l'on voit dans la partie supérieure de l'étage -8,94 (photo **fig. 63**). L'utilisation dominante de l'outil plutôt que du feu est la seule véritable différence. D'autre part, les étages inférieurs à partir de la cote -16 n'ont pas pu être correctement étudiés à cause des difficultés d'accès, du comblement massif de cette partie du réseau et des abondantes concrétions de calcite. La vision que nous en avons est donc partielle et ils pourraient s'avérer plus complexe.

Quant à la reprise médiévale, il est encore plus compliqué dans ce contexte d'évaluer son importance. Les niveaux d'activité identifiés dans le sondage 4 montrent qu'une exploitation a bien eu lieu entre la fin du IIe et le Ier siècle av. n. è., tout comme les haldes* associées à du mobilier et recoupées par la piste. Mais les 2/3 de la mine étaient déjà vides à la fin du IIIe siècle av. n. è., et, après une reprise d'exploitation tardo-républicaine, il reste bien peu du volume actuel de la mine à attribuer au XIVe siècle. De nouveau, les

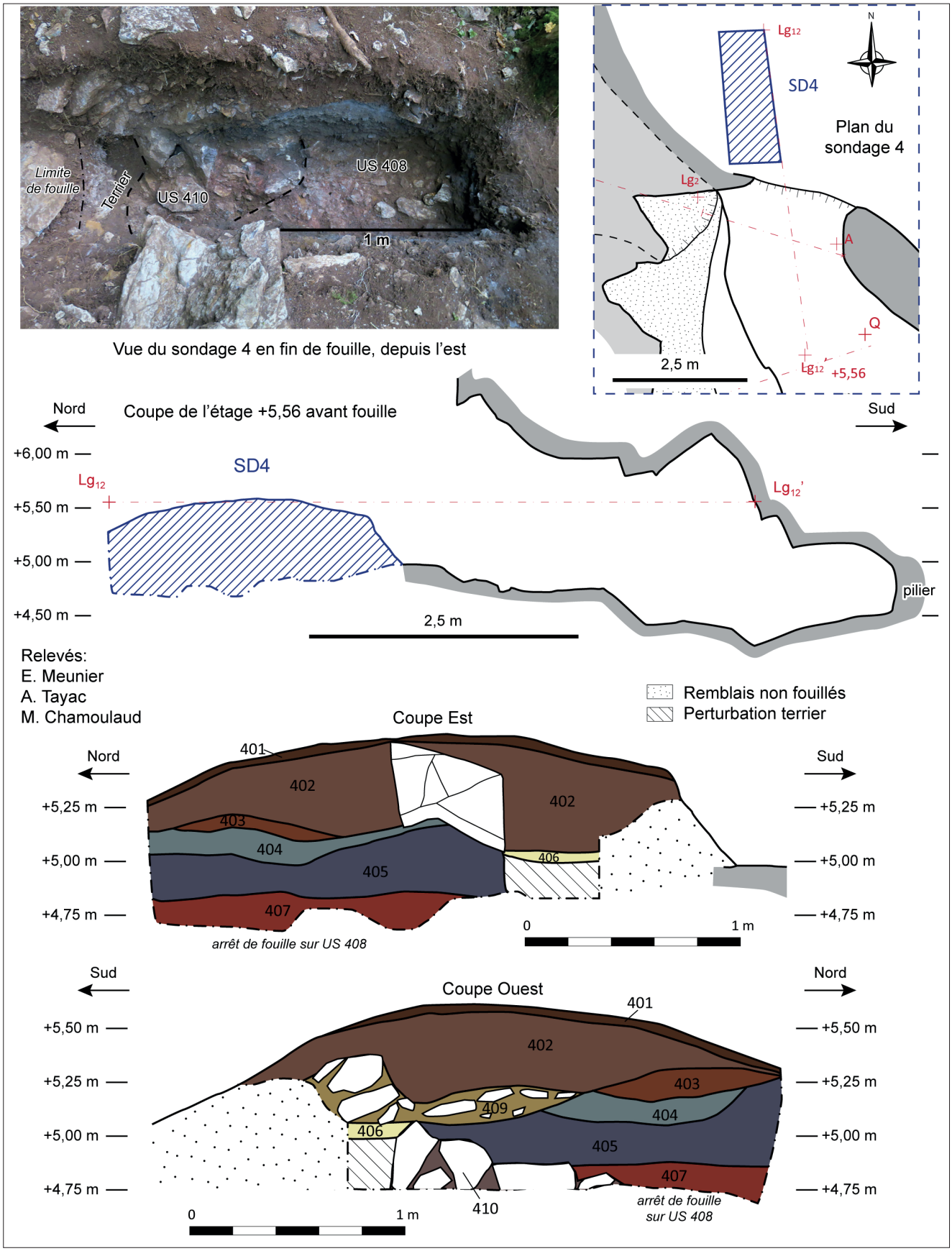
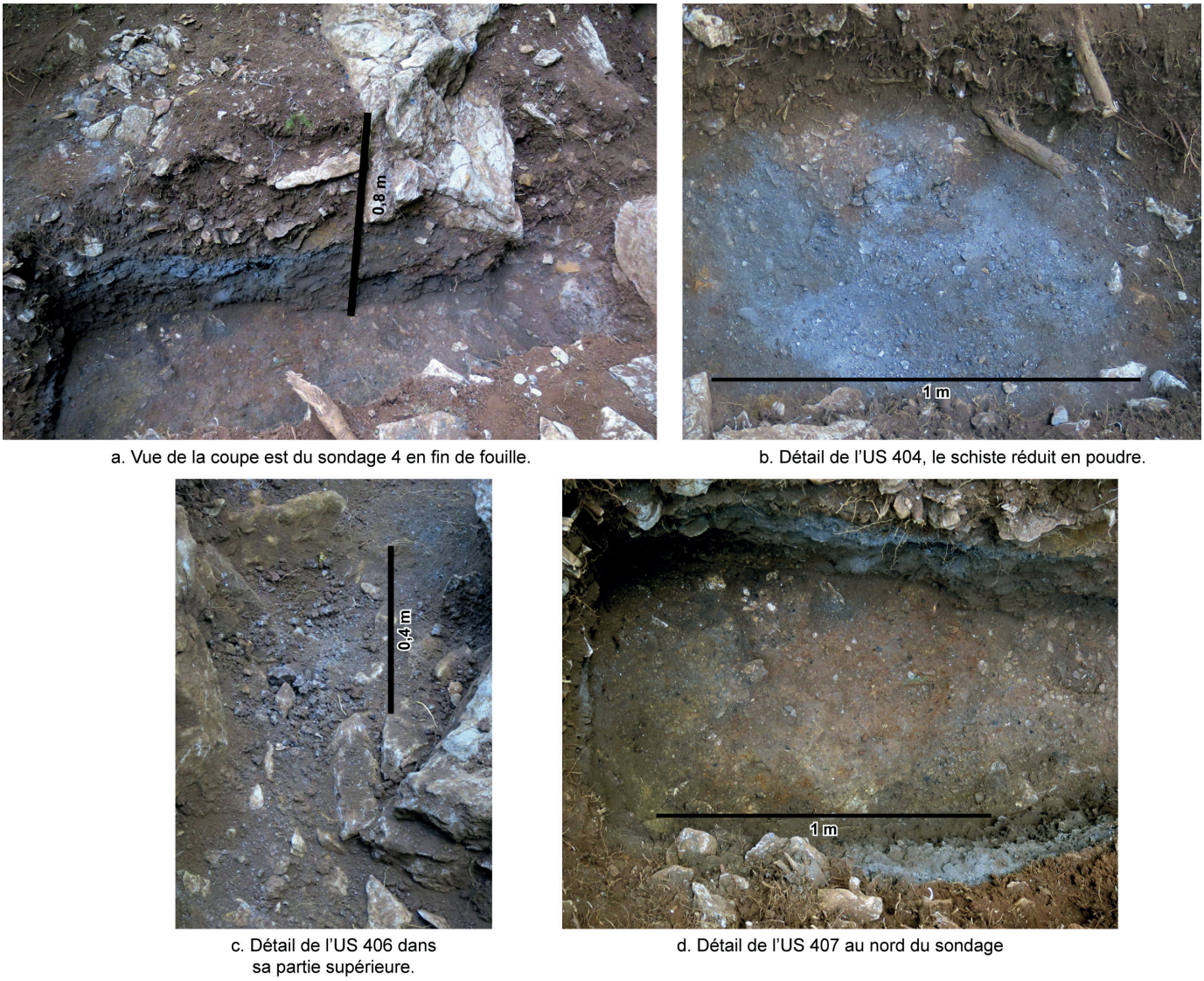


Fig. 66. Mine de Rougé, stratigraphie du sondage 4. *E. Meunier 2022*



a. Vue de la coupe est du sondage 4 en fin de fouille.

b. Détail de l'US 404, le schiste réduit en poudre.

c. Détail de l'US 406 dans sa partie supérieure.

d. Détail de l'US 407 au nord du sondage

Fig. 67. Mine de Rougé, vues des US du sondage 4. *E. Meunier 2022*

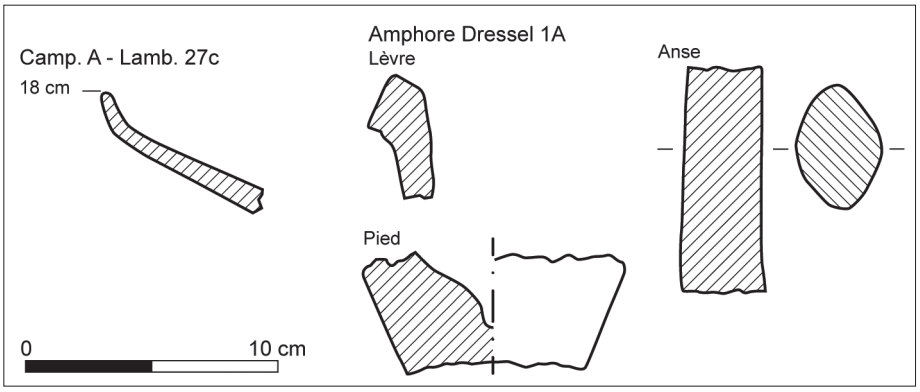


Fig. 68. Dessin du mobilier de Rougé (d'après Dubois & Guilbaut 1989, fig. 6). *E. Meunier 2022*

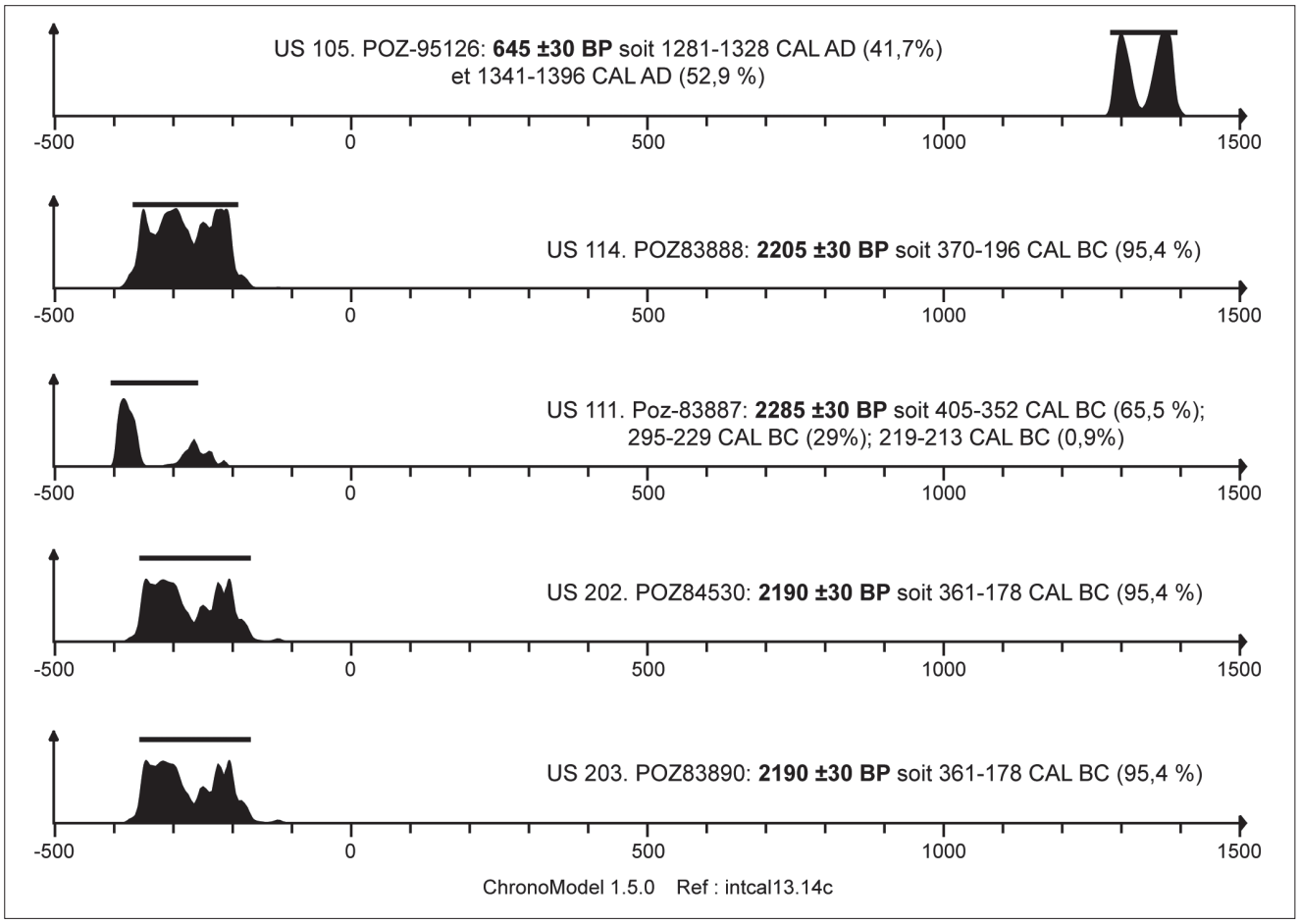


Fig. 69. Datations radiocarbone de la mine de Rougé. *E. Meunier 2018*

niveaux les plus profonds peuvent avoir fait l'objet d'une exploitation à cette époque, mais l'US 105 correspond à une activité qui se déroule à proximité de l'étage -3,86, pas au fond de la mine. Cela s'apparente plutôt à une recherche dans le but d'une reprise d'exploitation, non avenue.

Ces éléments chronologiques, couplés aux observations techniques dans les travaux, permettent de proposer une restitution de la dynamique d'exploitation. Globalement, les mineurs ont attaqué la minéralisation par étages horizontaux suivant l'orientation du filon, en descendant depuis les entrées à flanc de versant (**fig. 70**, flèches vertes). Quelques passages ont été exploités en oblique suivant le pendage de la minéralisation (**fig. 70**, flèches rouges). Les ouvrages d'assistance, creusés dans le schiste stérile, suivent l'inclinaison générale des travaux pour mettre en communication différents étages (**fig. 70**, flèches bleues). Cela devait faciliter la circulation des mineurs et l'aérage du réseau. Enfin, la reprise ponctuelle à l'explosif n'a constitué qu'un élargissement de l'entrée.

Les profils réguliers des soles* des étages inclinés indiqueraient plutôt que l'exploitation s'est faite en descendant progressivement comme nous l'avons expliqué plus haut, avec le percement au fur et à mesure de la sole*. Cela veut dire que deux étages directement superposés ne pouvaient pas être mis en exploitation en même temps, chacun par une équipe de mineurs, car il n'y avait pas de plancher résiduel entre deux étages. Lorsque c'est le cas, leur percement postérieur laisse une empreinte dans les profils des travaux, que nous n'avons pas ici. Il résulte de cela que deux équipes pouvaient travailler en même temps uniquement si deux secteurs étaient indépendants, séparés par un pilier épais ou une cloison de roche. Cette configuration apparaît bien entre les étages -5,24 et -13,06, avec un secteur nord encore praticable aujourd'hui et un secteur sud totalement remblayé.

Tout cela nous amène à proposer une division de la mine en cinq secteurs en fonction de la chronologie relative des travaux (**fig. 70**, couleurs de fond numérotées de 1 à 5 en légende). Ces secteurs ont nécessairement dû être exploités les uns après les autres. Pour quatre d'entre eux, la configuration des travaux permet de restituer des espaces où différentes équipes ont pu travailler en même temps (**fig. 70**, lettres A, B ou C). Ces subdivisions sont établies suivant les cloisons ou piliers massifs dans les secteurs correspondants aux étapes 2, 3 et 5. Pour le secteur de l'étape 1, une rupture dans le profil des soles* à la base de l'étage +3,36

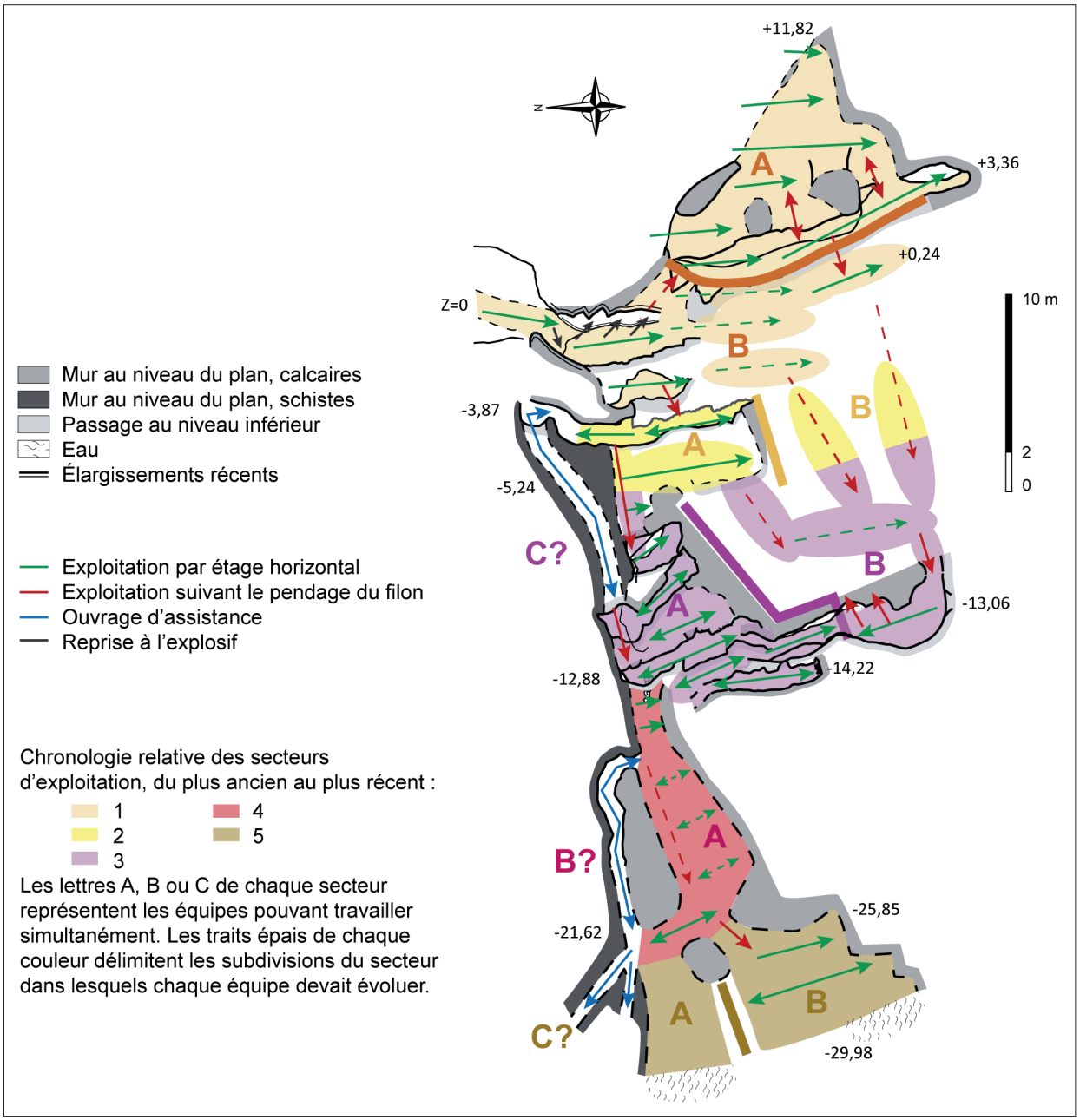


Fig. 70. Mine de Rougé vue en plan, dynamique d'exploitation. *E. Meunier 2018*

peut correspondre à une jonction tardive entre les étages supérieurs et inférieurs. De plus, le décalage des entrées dans le sens nord-sud, sens d'avancement des travaux par étage, contribuait à ce qu'une équipe démarrant son travail depuis l'entrée 0 en même temps qu'une seconde à l'une des entrées supérieures ne se retrouve pas à travailler juste en dessous. Le secteur de l'étape 4, plus étroit, ne permettait pas à deux équipes de travailler simultanément à l'exploitation. Le cas des galeries d'assistance pouvait sans difficulté impliquer une équipe spécifique, chacune de ces galeries étant isolée du reste des travaux par un massif rocheux. Cependant, encaissées dans les schistes, une roche bien plus tendre que les calcaires, et étroites, leur percement a dû être bien plus rapide que celui des étages d'exploitation parallèles. Elles ont donc tout aussi bien pu être creusées par l'équipe qui venait d'atteindre la partie basse que l'on souhaitait relier ainsi aux étages supérieurs. Il est même possible que le creusement ait été entrepris depuis chaque extrémité pour aller plus vite, avec une jonction au centre de la galerie. Les inflexions relevées dans la galerie d'assistance basse pourraient correspondre à des rectifications pour réussir la jonction. Le comblement de celle du haut ne permet pas d'être formel sur son cas, mais les directions relevées aux deux extrémités ne sont pas les mêmes.

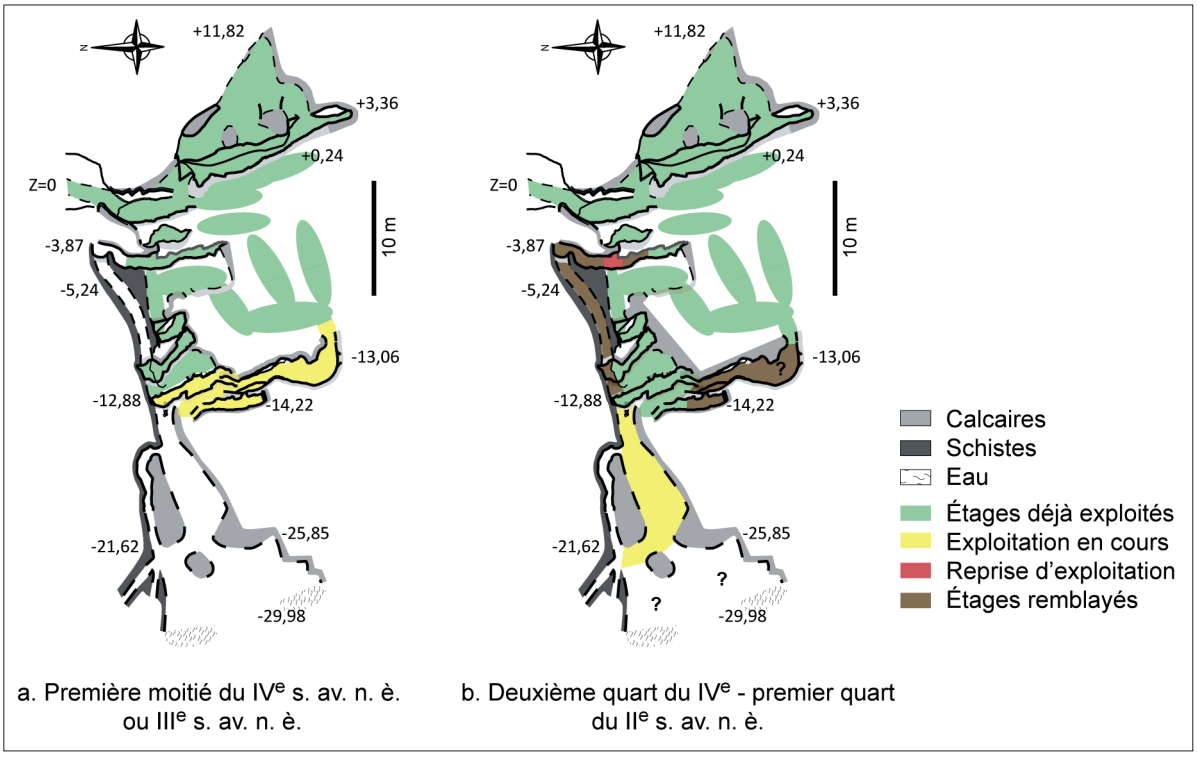
Les sondages effectués dans cette mine sont trop ponctuels pour que nous soyons assurés de ce fonctionnement par équipes. Seule l'obtention de dates au débouché des subdivisions de chaque secteur permettrait d'assurer qu'ils

ont été exploités en même temps et pas l'un après l'autre. Le rythme général de l'exploitation en serait bien entendu changé.

Les quatre datations disponibles pour la période des IVe et IIIe siècles av. n. è. permettent de préciser un peu l'état d'avancement de l'exploitation pour cette période. La date de l'US 111 (2285 ±30 BP) correspond au premier "instantané" que l'on peut proposer pour cette mine (**fig. 71, a**). Les niveaux supérieurs étaient forcément déjà ouverts, mais pour que l'accès à la galerie d'assistance supérieure ait un sens, il fallait que les étages qu'elle dessert le fussent également. L'exploitation avait donc atteint à ce moment-là l'étage -12,88 et pouvait se poursuivre dans le reste du secteur de l'étape 3 définie ci-dessus. L'ouverture des étages -13,06 et -14,22, remblayés par la suite, a dû avoir lieu à cette période. On supposera que la partie sud du réseau, actuellement bouchée, suit les mêmes rythmes d'exploitation que le nord.

Les dates suivantes, correspondant à la reprise d'activité de l'étage -3,87 et au remblaiement et utilisation comme espace de circulation de l'étage -13,06, donnent des dates calibrées très similaires (361-178 cal BC et 370-196 cal BC) qui nous incitent à les regrouper pour l'analyse des travaux miniers. Nous pouvons donc proposer un second "instantané" qui a pu se dérouler entre le deuxième quart du IVe siècle av. n. è. et le premier quart du IIe siècle av. n. è. (**fig. 71, b**). Cette fourchette chronologique dépend de celle de l'étape précédente, ne pouvant lui être que postérieure. Elle pourrait donc n'avoir démarré qu'à la fin du IIIe siècle selon la date réelle du premier "instantané". Les éléments disponibles pour le moment ne permettent cependant pas de faire de tels choix dans les dates retenues. Entre cette deuxième étape et la première, la galerie d'assistance supérieure et la partie nord de l'étage -3,87 ont été remblayées et n'avaient donc plus d'utilité pour la circulation. Il est toutefois possible que la fonction d'aérage de la galerie d'assistance ait été maintenue si son rebouchage n'était pas total (actuellement, la partie haute conserve une ouverture de 10 cm de haut pour 40 de large). La deuxième étape correspond au remblaiement massif et rapide du nord de l'étage -13,06 et du sud de l'étage -14,22. On ne peut pas savoir en l'état jusqu'à quel point vers le sud l'étage -13,06 était remblayé. L'exploitation devait se poursuivre à ce moment-là dans les étages du secteur 4 défini plus haut, sans que l'on puisse préciser jusqu'à quelle cote. La reprise ponctuelle d'activité à l'étage -3,87, avec le démontage d'une partie du muret qui retenait les déblais vers le nord, soulève toutefois des questions concernant l'état du passage vers les étages inférieurs, que l'on ne peut résoudre avec les éléments disponibles. La formation des concrétions de calcite des US 201 et 117 indiquerait un abandon rapide de la mine vers le début du IIe siècle av. n. è.

Pour la période couvrant la fin du IIe et le Ier siècle av. n. è., l'absence de date s'y rattachant dans les travaux ne permet pas de préciser quels secteurs étaient en



a. Première moitié du IVe s. av. n. è. ou IIIe s. av. n. è.

b. Deuxième quart du IVe - premier quart du IIe s. av. n. è.

Fig. 71. Proposition de restitution de l'avancement de l'exploitation aux IVe et IIIe s. av. n. è. dans la mine de Rougé. *E. Meunier 2018*

exploitation, et la reprise (ou tentative de reprise) médiévale identifiée est également trop ponctuelle pour proposer une quelconque restitution à l'échelle de la mine. Le moment du remblaiement du sud de l'espace désigné comme le secteur 3 est également inconnu. Il s'agit d'un remblaiement systématique à l'aide de blocs calcaires stériles qui montre une volonté d'amortir ce secteur. Il a pu avoir lieu au plus tôt lors de l'exploitation du secteur 4, donc peut-être dès le IIIe siècle av. n. è. Mais il peut être plus tardif et correspondre à la période tardo-républicaine ou même médiévale.

Ce site a livré de nombreuses informations, mais les inconnues demeurent concernant la localisation de l'habitat des mineurs et des ateliers de traitement du minerai, pour les différentes périodes. La prospection des alentours de la mine n'a pas livré d'élément de réponse, la végétation de buis denses et les broussailles et ronces couvrant le sol ne permettant pas de repérer grand-chose. Le hameau situé plus au nord n'a jamais livré de vestige archéologique pour autant que les habitants actuels le sachent. Rien n'est signalé non plus dans la bibliographie pour ce secteur. Des replats de quelques mètres carrés ont toutefois pu être identifiés à quelques dizaines de mètres des entrées de la mine, et une zone où le relief est plus doux se trouve plus haut sur le versant, au sud de la mine, au-dessus de 700 m d'altitude. De futures recherches pourraient permettre de les explorer par sondages. On retiendra surtout que la mine de Rougé doit être considérée comme une exploitation avant tout gauloise, ayant fait l'objet de reprises dont l'ampleur reste à déterminer à la période tardo-républicaine et au Moyen Âge.

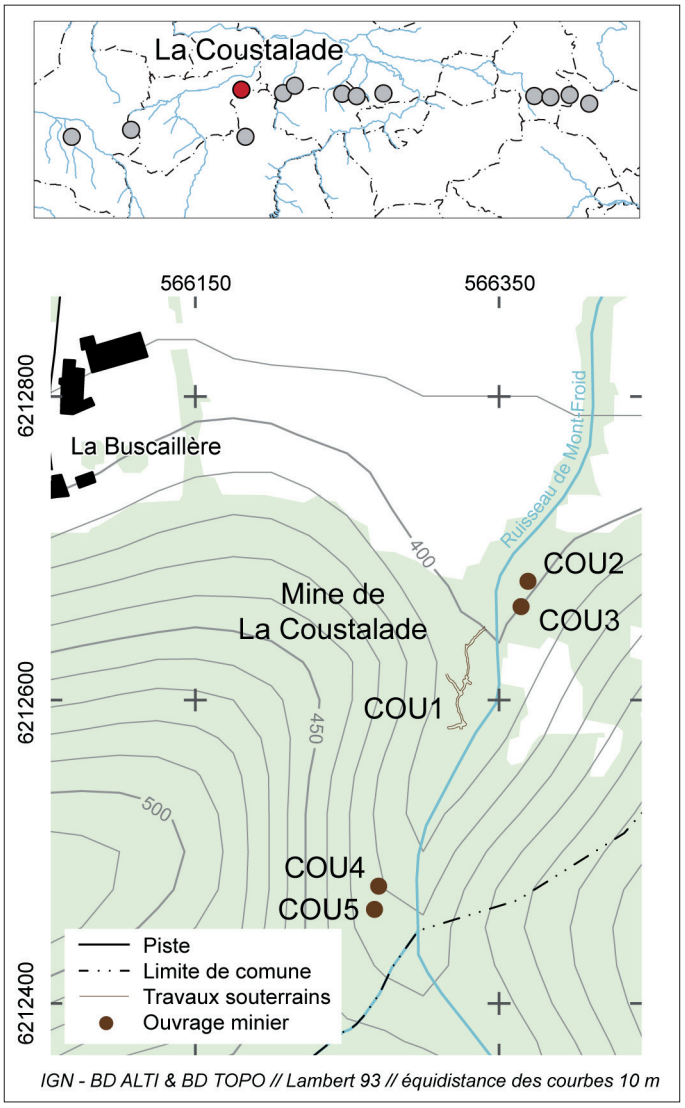


Fig. 72. Localisation de la mine de La Coustalade (Castelnau-Durban). *E. Meunier 2022*

Mine de La Coustalade (Castelnau-Durban)

Le site de La Coustalade, du nom de la colline au pied de laquelle il se trouve, présente plusieurs vestiges de travaux miniers (**fig. 72**). Quatre d'entre eux correspondent uniquement à des recherches récentes (COU2 à COU5). Les archives nous apprennent que des travaux ont été menés sur ce site en 1873-75 puis en 1900 et 1906 (Anonyme 1873 ; Anonyme 1903 ; Bertraneu 1958, 4). Seul le réseau COU1 comporte des travaux anciens, nous ne nous occuperons donc pas des autres dans la suite de cet exposé. Ce réseau est situé à la base du versant, en rive gauche du ruisseau de Mont-Froid, dans un bois de feuillus assez dense. Il a également fait l'objet d'une reprise récente dont le travers-banc*, ouvert au niveau du ruisseau (altitude : 400 m), sert d'accès principal au réseau ancien aujourd'hui.

Selon les observations sur le terrain de M. Lopez[2] dans le réseau COU1, la minéralisation, filonienne, est encaissée dans les dolomies du Dévonien. Deux filons principaux ont été identifiés (**fig. 73**). À gangue* de quartz avec inclusions de calcite, ils sont porteurs de sulfures diffus (cuivres gris, galène* et chalcopyrite*). De la barytine est également signalée dans la bibliographie (Fournier-Angot 1983, 209-211) et des exploitations visant à obtenir ce matériau ont été menées dans le premier tiers du XXe siècle sur le versant nord de la colline, à l'ouest des travaux qui nous occupent (Robert 1982, 15). Dans le réseau COU1, seul le filon visible à l'affleurement a été exploité par les Anciens, qui ont pu suivre la salbande* argileuse située aux épontes* du filon comme indice d'extension de la minéralisation.

2 Géologue, professeur à l'Université de Montpellier.

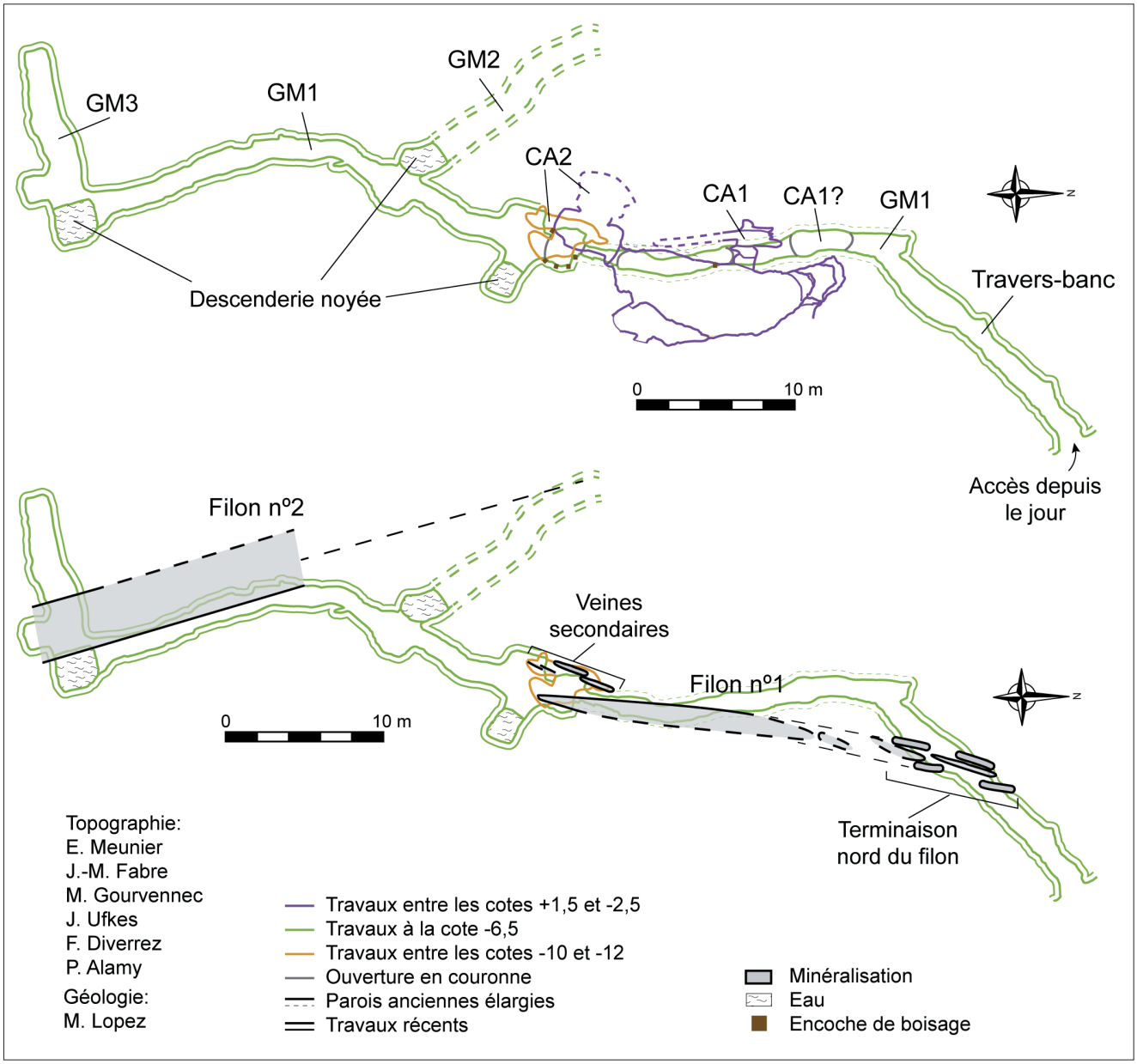


Fig. 73. Plan du réseau COU1 et localisation des structures géologiques principales. *E. Meunier 2018*

Cette mine avait fait l'objet d'une exploration archéologique par C. Dubois, accompagné de spéléologues, en 1991 (Dubois & Métailié 1991, 65-66). Il y signale un tesson de panse d'amphore italique (**tabl. 12**) dans la partie haute des travaux, dans un renfoncement protégé d'apports par colluvionnement qui a pu être atteint après équipement spéléologique du puits. D'autre part, les archives qu'il a pu consulter indiquent en 1875 que "des poteries et une sorte de râteau en fer" ont été trouvés dans ce chantier (Dubois & Métailié 1991, 65).

La topographie du réseau ainsi que les sondages ont été réalisés dans le cadre des prospections thématiques entre 2014 et 2017. Des charbons ont pu être datés à deux niveaux dans ces travaux. Les alentours de ce site ont été prospectés sans donner de résultat concernant des installations liées à la mine ancienne. On notera que le toponyme du champ juste en contrebas de l'entrée principale, "L'Usine", est peu prometteur pour l'archéologie préindustrielle.

Description des travaux

Le réseau COU1 est composé de deux chantiers d'exploitation anciens ainsi que de galeries et descenderies récentes (**fig. 73**). L'entrée principale correspond à un travers-banc* de 17 m de long (orientation N225°) qui débouche sur une galerie moderne GM1 orientée N175°, suivant le premier filon principal. Les élargissements dans le travers-banc* sont des grattages sur des veines de faible puissance qui correspondent à la terminaison nord du filon principal. Sur ses premiers 22 m, la galerie GM1 recoupe la partie inférieure des vieux travaux (coupe **fig. 74** et photo a, **fig. 77**), soit un premier chantier ancien incliné et étroit (CA1) et un second qui s'apparente à un puits incliné double, plus large, ouvert au jour (CA2). La partie supérieure du chantier CA1, au parement nord, est très oxydée et tapissée de limonites. La minéralisation dans ce secteur pouvait donc correspondre à des carbonates de cuivre en mouches plutôt qu'à des sulfures. Il est aussi possible que les oxydes de fer contenus dans les limonites aient pu être exploités. Le chantier CA2 a été foncé depuis la surface en suivant dans sa moitié est le filon principal et dans sa moitié ouest des veines secondaires de moindre puissance.

Les travaux anciens n'ont pas outrepassé vers le sud le pincement de la minéralisation (**fig. 73**, en bas). La galerie moderne GM1 a été prolongée en s'incurvant tout d'abord vers le sud-ouest (N205°) sur 15 m puis vers le sud sur 18 m pour retrouver une orientation similaire à son premier tronçon. Elle dessert trois descenderies noyées, deux vers l'est et une vers l'ouest. Cette dernière barre l'accès à une autre galerie, GM2, qui se poursuit sur au moins 12 m en direction N325°. Enfin, une petite galerie de recherche, GM3, termine le réseau au sud. La galerie GM1 a reconnu le toit* d'un deuxième filon dans son dernier tronçon. On voit à l'entrée de GM3 qu'il a une puissance de près de 2 m. La galerie GM2 a pu être ouverte pour recouper plus loin ce second filon.

L'exploitation ancienne a démarré depuis l'affleurement, une dizaine de mètres au-dessus de la sole* de la galerie GM1 (coupe **fig. 74**). Le chantier CA1 a été attaqué par une petite ouverture à flanc de versant, aujourd'hui masquée derrière de gros blocs éboulés qui permettent tout de même un passage. Depuis cette ouverture, qui s'enfonce dans le rocher vers l'ouest, le chantier se développe de 2 m vers le nord, où il se termine sur un front de taille*, et de 3 m vers le sud, où les travaux s'approfondissent suivant un pendage de 65° vers l'est. Un sondage a été réalisé dans le secteur de l'entrée. La largeur de ce chantier incliné est de 0,8 m, atteignant ponctuellement 1 m ou se resserrant à 0,5 m. Aucun aménagement n'est visible dans les parois du chantier incliné pour faciliter la progression verticale : ni encoche, ni vestige de plancher. Les travaux sont pourtant bien trop raides pour se contenter des aspérités de la paroi pour la progression. On peut supposer que des boisages étaient calés en force en travers du chantier. D'autre part, une extension de cet ouvrage vers l'est entre les cotes -8 et -9 a créé une plate-forme sur laquelle des remblais ont été stockés (**fig. 77**, photo a). Le percement de la galerie moderne GM1, inférieur à la cote -9,5, n'a pas altéré cette plate-forme, au niveau de laquelle un sondage a pu être réalisé. Enfin, un surcreusement à la couronne* de GM1 dans sa partie nord, dont le profil est similaire à CA1, nous laisse à penser que les mineurs anciens étaient descendus jusqu'au niveau actuel de GM1, avaient prolongé l'extraction vers le nord, et pratiqué le surcreusement que l'on observe maintenant. Dans ce cas, les parois de GM1 correspondraient à des élargissements de l'ouvrage ancien.

Le chantier CA2 a été ouvert par deux attaques parallèles de 4 m de long dans le sens nord-sud, séparées par un pilier de roche formant une arche (plan et photo **fig. 74**). En profondeur, la séparation centrale n'a pas été conservée mais le plan montre toujours la compartimentation est/ouest héritée des niveaux supérieurs, conformément à la disposition de la minéralisation (**fig. 78**). Il est possible que le pan de roche central dont on voit l'amorce sur le plan de la cote -6,5 ait été cassé lors des reprises récentes (**fig. 76**). La morphologie de ce chantier, avec plusieurs excroissances et négatifs de coupoles partielles à différents niveaux, s'explique de deux façons. D'une part, dans la moitié ouest, les mineurs ont dû adapter leurs creusements à la discontinuité des petites veines secondaires. D'autre part, les excroissances relevées peuvent correspondre à des reprises d'activité, élargissant le chantier originel. Un sondage a été réalisé dans l'une d'entre elles et permet d'éclairer cet aspect. On signale également qu'aucun aménagement destiné à faciliter la progression verticale n'est visible dans ce chantier. On en est réduit à supposer de nouveau la présence de bois calés en force en travers du chantier ou d'échelles.

Enfin, une grande fosse en surface correspond au dernier aménagement minier de ce réseau (**fig. 75**). Creusée à flanc de versant, sa partie supérieure et son bord oriental ont été nettoyés pour en dresser le plan (**fig. 74**). L'espace dégagé montre une profondeur assez faible (1,2 m max.) pour une largeur allant jusqu'à 4,5 m. Des blocs sont éboulés contre le versant, dans sa partie centrale, et des trous de fleuret sont visibles sur le parement sud-ouest. Cette fosse débouche dans le chantier CA2 au sud et l'entrée du chantier CA1 s'ouvre plus ou moins en son centre. Il semble que cette grande fosse ait donc pu être au moins en partie creusée au moment où l'exploitation des chantiers CA1 et CA2 a démarré. Cependant, ses parois très altérées (roche très fissurée qui se délite) ne permettent pas d'observations donnant des indications de

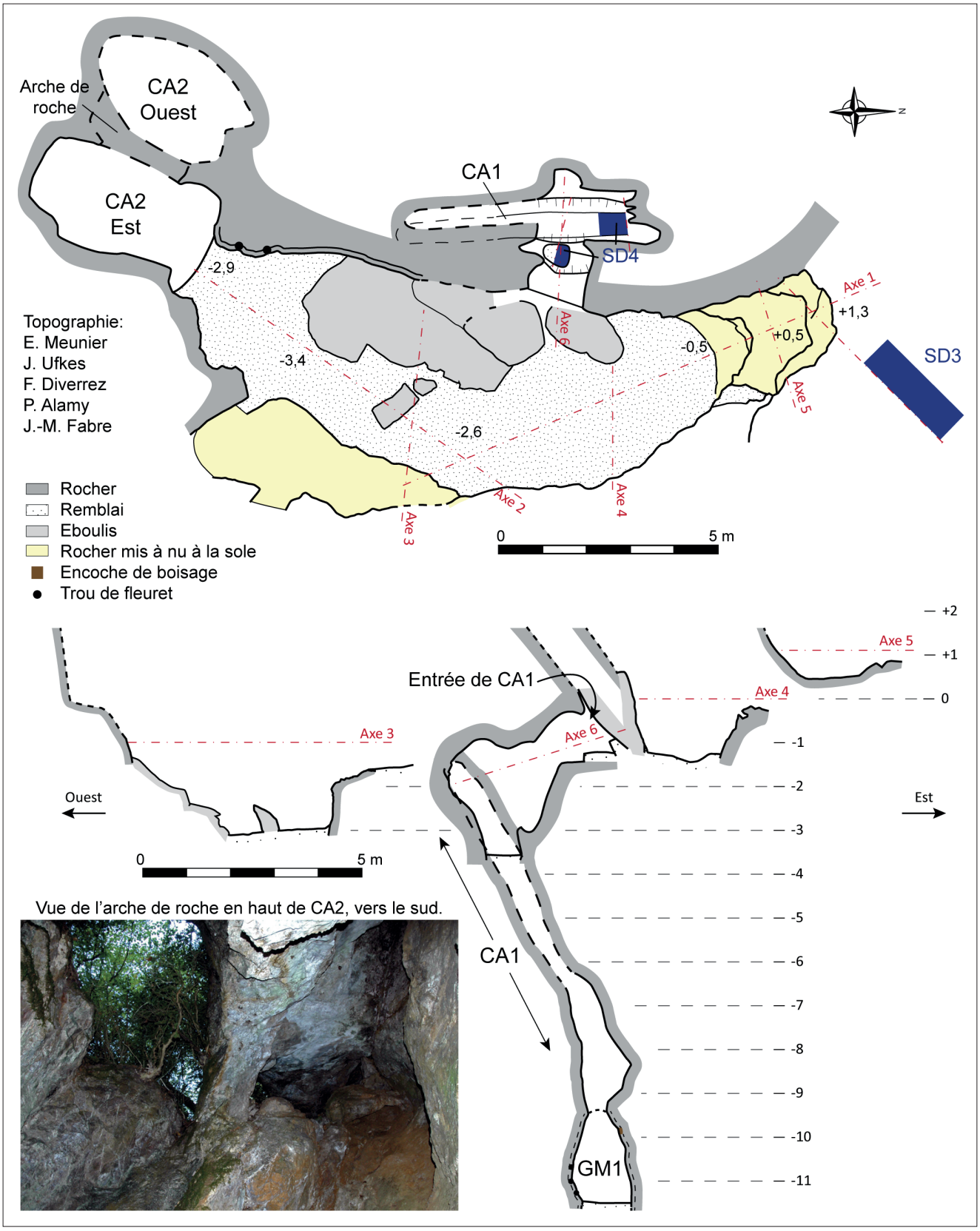


Fig. 74. Mine de La Coustalade, plan de détail des niveaux supérieurs et coupes des travaux. *E. Meunier 2022*

Fig. 75. Fosse à la surface de la mine de La Coustalade, vue vers le sud. *E. Meunier 2018*

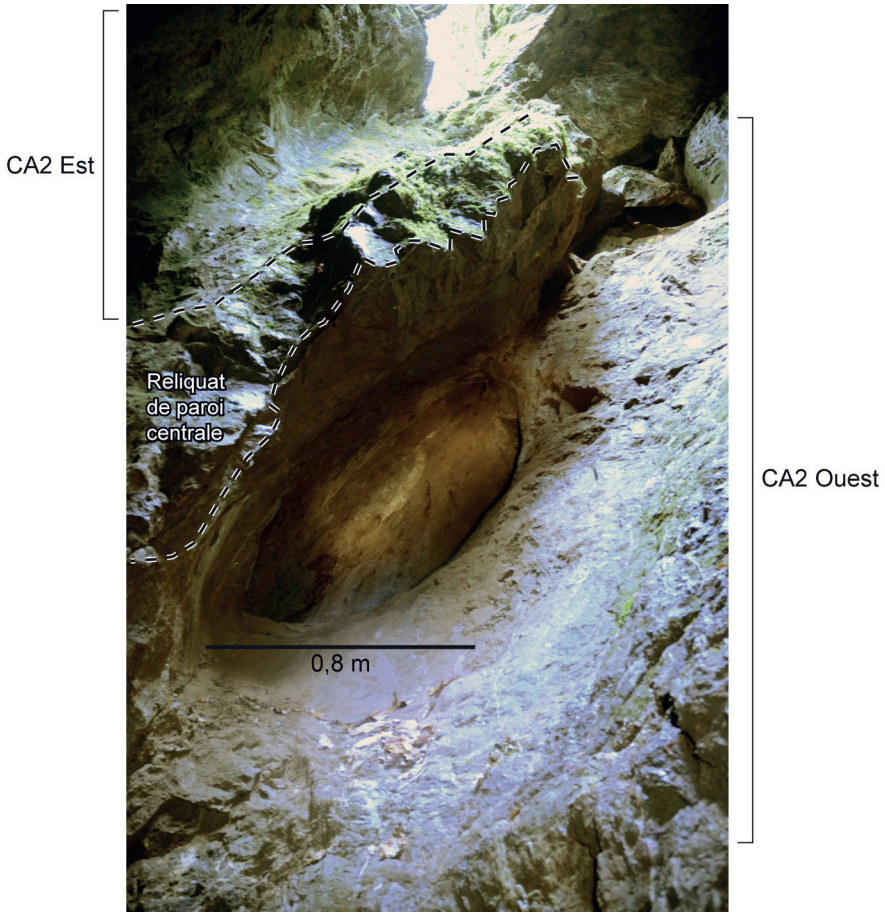


Fig. 76. Mine de La Coustalade, vue de la moitié ouest du chantier CA2, à l'étage -6,5, vers le sud. On observe également les veines parallèles au filon n° 1 visibles en blanc sur le front de taille et sur le parement ouest. *E. Meunier 2022*

chronologie. L'élargissement à l'explosif de la partie sud-ouest montre également que cette fosse a suscité un intérêt auprès des exploitants de la fin du XIXe siècle ou du début du XXe, mais il est difficile de dire lequel, étant donné qu'aucune trace de minéralisation n'est visible actuellement à ce niveau.

La technique de creusement employée dans la partie ancienne du réseau est l'ouverture au feu. Les parois lisses et le profil circulaire à ovoïde des travaux anciens ne laissent pas de doute à ce sujet (**fig. 76**). Aucune trace d'outil n'a été repérée dans le secteur ancien, même si un usage du pic ou de la pointerolle en complément du feu était habituel. En ce qui concerne le soutènement, le seul élément lié à cette fonction est le pilier de roche conservé dans la partie supérieure du chantier CA2 (plan de détail **fig. 74**). Il est possible qu'une cloison ait existé plus bas dans ce même chantier, comme le laisse penser le reliquat de paroi centrale relevé à la cote -6,5 (**fig. 76**). Cependant, plus qu'une véritable fonction de soutènement, il est possible que cette cloison ait été laissée en place par souci d'économie de creusement car elle correspondait à un volume de calcaire stérile entre le filon principal à l'est et les veines secondaires à l'ouest.

Ce souci d'économie est visible dans l'absence d'aménagements destinés à la circulation verticale. Toutefois, les 0,8 m de largeur du chantier CA1, le plus étroit, permettent à un adulte de s'y déplacer sans difficulté. Quelques secteurs sont ponctuellement plus étroits, à l'extrémité sud du chantier CA1 (0,5 m), mais aussi au niveau de l'excroissance nord du chantier CA2, entre les cotes -6 et -7,4 (0,47 m max.). Cela correspond à des endroits où les mineurs étaient sur les fronts de taille* et se limitaient de façon plus stricte à la puissance de la minéralisation. Le deuxième filon qui a pu être observé dans la galerie GM3 a une puissance de près d'un mètre. Il est donc possible que la largeur des travaux atteignant ou dépassant 0,8 m corresponde à la puissance du filon plutôt qu'à une largeur minimale des chantiers pour le confort des mineurs.

Le dernier type d'aménagement qui a été observé dans le secteur des travaux anciens est une série d'encoches de boisage de section carrée, profondes 4 à 5 cm et larges de 12 cm. Ces encoches sont cependant situées juste au niveau où la galerie GM1 recoupe les vieux travaux, et il est plus probable qu'elles aient été réalisées lors de la reprise récente de l'exploitation.

Les sondages

Quatre sondages ont été réalisés dans cette mine. L'entrée supérieure du chantier CA1 n'ayant été repérée qu'en 2016, le premier sondage a été implanté au niveau des remblais suspendus au-dessus de GM1. Le deuxième a permis de vider une alvéole au nord du chantier CA2. Le sondage 3 a été implanté immédiatement au nord de la fosse en surface. Enfin, le sondage 4 se situe au niveau de l'entrée originelle du chantier CA1.

Sondage 1

Le sondage SD1 a été implanté dans les remblais suspendus de la plate-forme située au nord de CA1, entre les cotes -8 et -9 (**fig. 77**). Pour pouvoir accéder à ces remblais en respectant les conditions de sécurité, un petit échafaudage de chantier a été installé dans la galerie GM1. Malheureusement, le resserrement de la galerie à sa jonction avec CA1 n'a pas permis de le monter au maximum et la fouille de la plate-forme en elle-même, trop haute, n'a pas pu être complétée. Quatre US de comblement ont pu être identifiées dans la coupe dressée dans ces remblai (**tabl. 9**).

N° US	Type d'US	Interprétation	Pour datation
US 101	Remblai	Stockage de stériles	-
US 102	Remblai	Stockage de stériles	-
US 103	Poche de charbons	Activité locale	Charbons prélevés mais non datés
US 104	Salbande argileuse	Naturel	-

Tabl. 9. US du sondage 1 de la mine de La Coustalade.

Le creusement du chantier a été réalisé au feu, comme l'atteste la coupole visible à l'arrière des remblais, au niveau du front de taille*. Les quatre US identifiées correspondent à deux phases d'activité (diagramme **fig. 77**). Dans un premier temps, le chantier est ouvert et les mineurs s'arrêtent sur le niveau de la salbande* d'argile jaune, US 104. La poche charbonneuse de l'US 103, appuyée contre la paroi en position plutôt verticale, peut correspondre à un curage incomplet des résidus de bûcher d'abattage à la fin de l'exploitation de ce petit secteur ou avoir été rejetée avec les blocs de l'US 102. Elle se trouve à la limite entre les phases 1 et 2 et n'a pas été datée à cause de cette position mal définie. Lors de la seconde phase, cette extrémité des travaux est convertie en espace de stockage de déblais. L'US 102, avec sa texture très meuble, reflète une mise en place rapide qui colmate cette partie du chantier, recouvrant aussi la plate-forme à l'est (**fig. 77**). L'US 101, avec ses blocs stériles plus nombreux, présente une disposition un peu plus organisée : on n'observe pas de vide entre les blocs, qui sont disposés de façon à garantir la stabilité des remblais. Cela permet de protéger la partie inférieure du chantier.

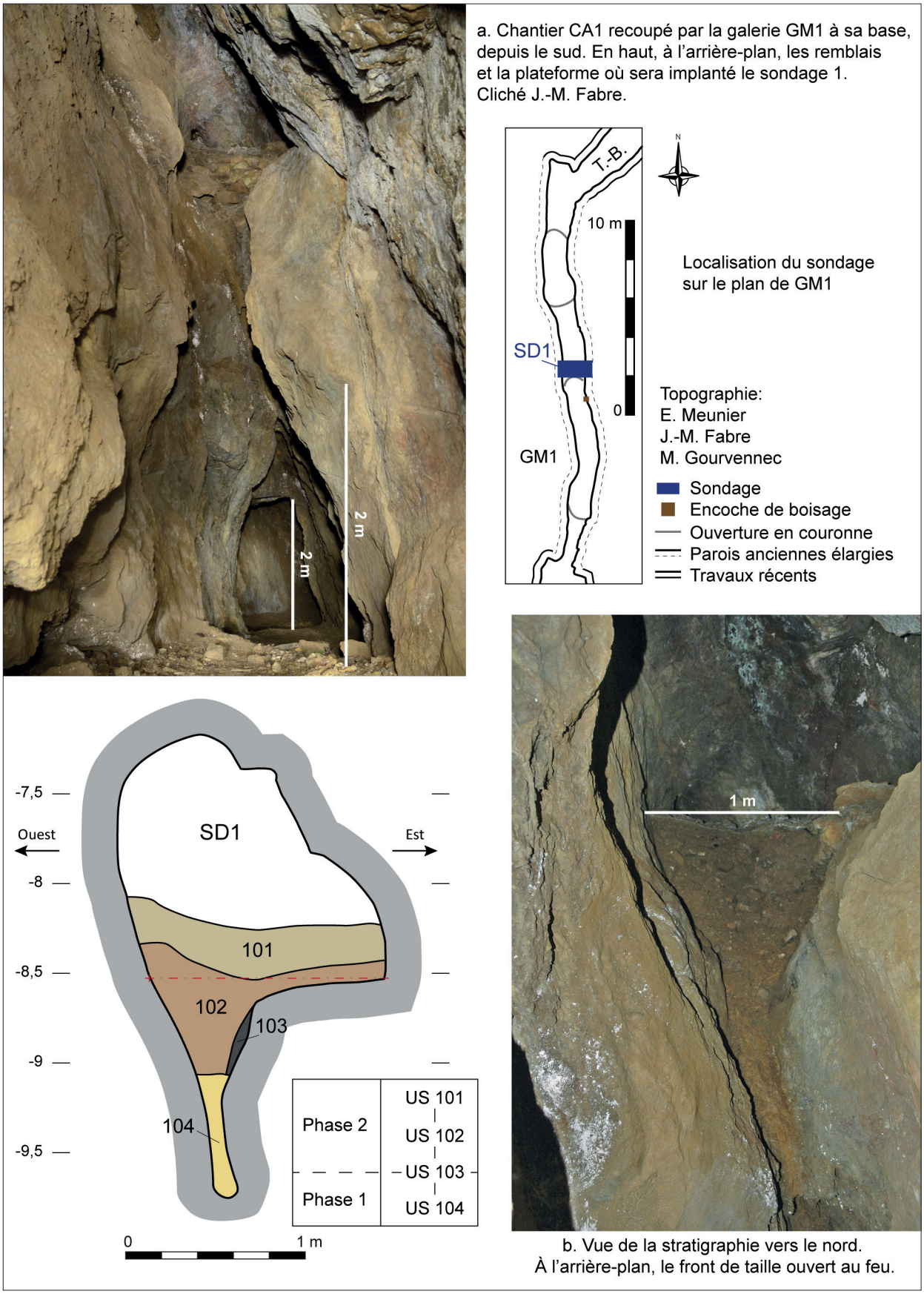


Fig. 77. Mine de la Coustalade, localisation et stratigraphie du sondage 1. *E. Meunier 2022*

Sondage 2

Le deuxième sondage a été pratiqué dans un renfoncement au nord du chantier CA2, dans sa moitié ouest (**fig. 78**). Il s'agit d'une petite alvéole ouverte au feu au profil ovoïde caractéristique. Orientée N 350°, elle a une longueur de 1 m pour 0,47 m de largeur maximale et 1,20 m de hauteur. Elle était remblayée sur les deux tiers de sa hauteur et, malgré sa taille réduite, livre une stratigraphie significative concernant l'exploitation.

N° US	Type d'US	Interprétation	Pour datation
US 201	Résidus d'abattage au feu	Activité proche	Mobilier
US 202	Remblai	Stockage de stériles	-
US 203	Résidus d'abattage au feu	Activité locale	Charbons
US 204	Salbande argileuse	Naturel	-

Tabl. 10. US du sondage 2 de la mine de La Coustalade.

Ces US permettent de restituer trois phases (diagramme **fig. 78**). La première correspond au creusement de ce renfoncement avec l'abandon en place des résidus de la dernière étape d'abattage au feu (US 203). Ensuite, l'exploitation s'arrête et l'espace est utilisé pour stocker des déblais, comme l'attestent les blocs de l'US 202. Enfin, la dernière étape de comblement mêle résidus d'exploitation et déchets de type domestique avec la présence de la base du col d'amphore, de type Dressel 1C. La localisation de ce remblai dans un renfoncement exclut une provenance depuis l'extérieur, tout comme pour celui qui avait été identifié par C. Dubois dans un autre renfoncement à un niveau supérieur. L'absence de niveau de sédimentation ou de concrétions entre les US correspond plutôt à une succession rapide des différentes étapes de comblement. L'association de résidus d'abattage au feu et du col d'amphore Dr 1C montre que les mineurs disposaient de ce type de mobilier.

Sondage 3

Implanté sur le replat au nord de la fosse de surface (plan **fig. 74**), ce sondage visait à repérer d'éventuelles activités annexes à l'extraction minière, telles que le tri et le concassage du minerai par exemple. La fosse en elle-même a été nettoyée et ses contours dégagés pour en dresser le plan. Un gradin sommaire a ainsi pu être mis en évidence à son extrémité nord, sous quelques centimètres d'humus (**fig. 79**, plan de détail et photo a). La tranchée du sondage 3 n'a livré aucun niveau archéologique. La couche d'humus reposait directement sur le substrat altéré argileux (**fig. 79**, coupe et photo b).

La stratigraphie du sondage 3 ainsi que le faible recouvrement sédimentaire des bords et du fond de la fosse, pour ce qui en a été vu, semblent indiquer que tout ce secteur a été nettoyé lors des reprises d'activité récentes, peut-être pour vérifier s'il n'y avait pas de minéralisation visible à l'affleurement. Cela ne permet donc pas d'éclairer les phases anciennes de l'activité.

Sondage 4

Le dernier sondage se situe au niveau de l'entrée du chantier CA1, accessible depuis la fosse en surface (plan détaillé **fig. 81**). Cette entrée a un profil ovoïde caractéristique de l'utilisation du feu (**fig. 81**, photo a). Sa hauteur ne permet que d'y passer accroupi. Le chantier s'approfondit très vite et on arrive sur une première marche 1,5 m plus bas, large de 35 cm, qui a été sondée. Il s'agit en réalité d'une cuvette creusée dans le rocher et comblée (**fig. 82**, coupe du haut et photo a). Le front de taille* situé immédiatement au nord est remblayé et une coupe a été dressée dans son comblement. La sole* n'a pas pu être dégagée au pied du front de taille* du fait de la profondeur déjà atteinte (1,4 m de stratigraphie) et la dernière US (410) n'a pas pu être sondée sur toute son épaisseur. Poursuivre la fouille aurait en effet obligé à déblayer un peu plus les remblais vers le sud, ce qui aurait réduit la surface de travail dans des proportions ne permettant plus d'assurer la sécurité des fouilleurs. Dix US de comblement ont été identifiées : quatre dans la petite cuvette juste sous l'accès au jour et six devant le front de taille* (**fig. 80** et **tabl. 11**).

Aussi bien dans la cuvette au pied de l'accès que sous le front de taille*, les US charbonneuses correspondent à des rejets liés à des épisodes d'abattage au feu, mêlés à une proportion plus importante de sédiment terreux sous le front de taille*. Les niveaux argileux fins qui s'intercalent entre ces remblais peuvent correspondre à des niveaux de circulation où des graviers et petits éclats calcaires restent piégés. Ce matériau pourrait aussi provenir de l'abattage à l'outil des parois altérées tapissées de limonite, plus tendre et ne requérant pas l'utilisation du feu.

En ce qui concerne la cuvette au pied du passage vers l'extérieur, il s'agit d'une zone de passage utilisée durant toute l'activité dans le chantier CA1. Le très faible volume de sédiment qui y est accumulé ne permet pas raisonnablement de considérer qu'il s'agit de phases stratigraphiques à proprement parler. La première couche a pu être disposée là pour combler la cuvette et en faire une marche pour faciliter l'appui pour remonter vers la sortie. Les US suivantes sont des

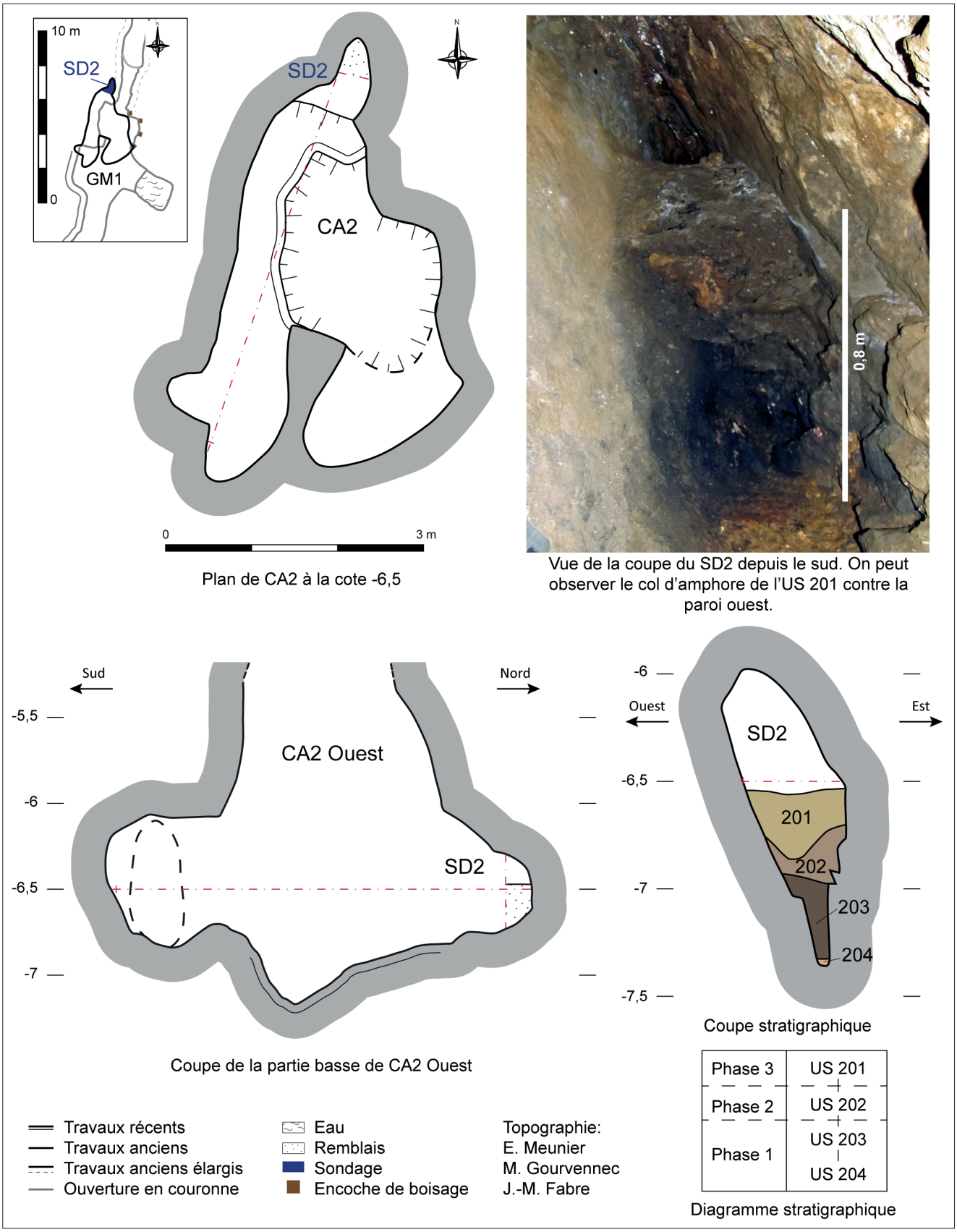


Fig. 78. Mine de La Coustalade, localisation et stratigraphie du sondage 2. *E. Meunier 2022*

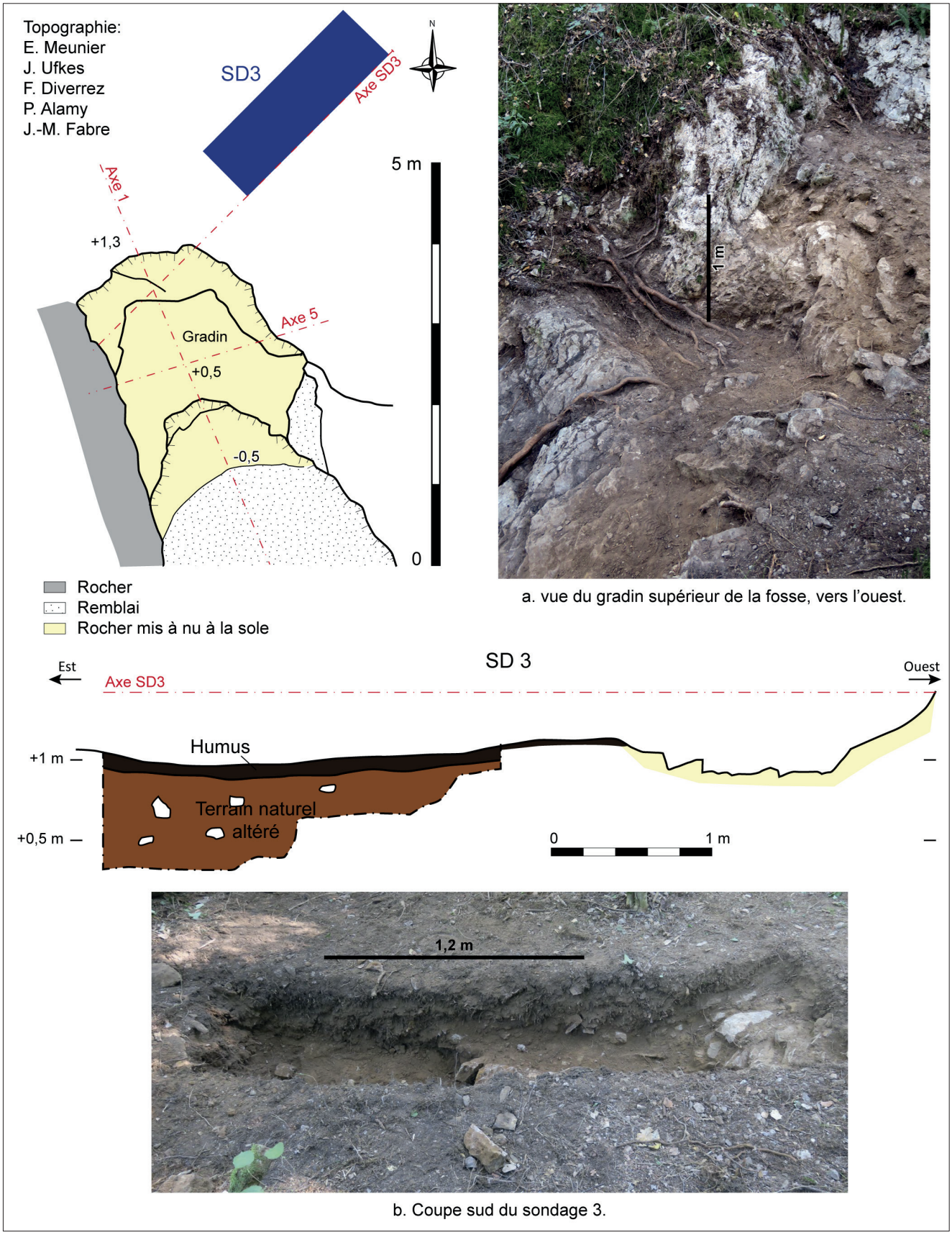


Fig. 79. Mine de la Coustalade, sondage 3. *E. Meunier 2022*

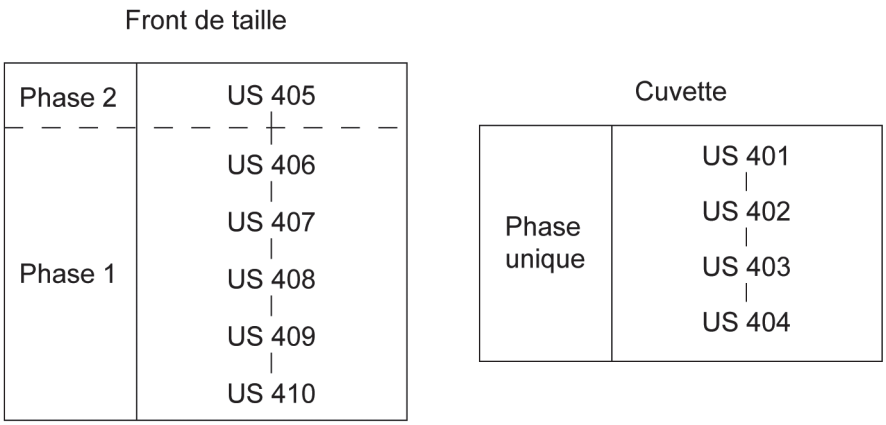


Fig. 80. Diagramme stratigraphique du sondage 4 de La Coustalade. *E. Meunier 2022*

N° US	Type d'US	Interprétation	Pour datation
Cuvette (**fig. 82**, axe a et photo a)			
US 401	Niveau de circulation ?	Activité proche	-
US 402	Résidus d'abattage au feu	Activité proche	Charbons prélevés non datés
US 403	Niveau de circulation ?	Activité proche	-
US 404	Résidus d'abattage au feu	Activité proche	Charbons
Front de taille (**fig. 82**, axe b et photo b)			
US 405	Sédimentation	Abandon	-
US 406	Remblai charbonneux	Espace de stockage	-
US 407	Niveau de circulation ?	Activité locale	-
US 408	Remblai charbonneux	Espace de stockage	-
US 409	Niveau de circulation ?	Activité proche	-
US 410	Remblai charbonneux	Espace de stockage	-

Tabl. 11. US du sondage 4 de La Coustalade.

accumulations très limitées liées aux passages fréquents à cet endroit, dont la nature charbonneuse ou non reflète des activités à proximité. Il s'agit toutefois des niveaux les plus proches de l'entrée, ce qui nous permet d'obtenir une date pour le démarrage de l'exploitation avec la datation d'un charbon de l'US 404.

Au pied du front de taille*, on se trouve face à une accumulation de remblais provenant vraisemblablement de l'exploitation du chantier CA1. À proximité immédiate de l'accès au jour, il n'est pas surprenant que des accumulations argileuses plus fines aient pu se former, niveaux de circulation ou plutôt de piétinement au moment des entrées et sorties de la mine. Seule l'US 405, qui scelle la stratigraphie sous le front de taille*, correspond à l'abandon du chantier. Elle est composée d'un sédiment très proche de la limonite des parois altérées, sans inclusions de blocs rocheux, qui a pu se déposer sur le dessus de la stratigraphie après l'arrêt de l'exploitation. On peut donc distinguer une phase d'utilisation de ce front de taille* comme zone de stockage de déchets suivie d'une phase d'abandon. Les niveaux fouillés ne témoignent pas du moment d'extraction au niveau de cette extrémité nord du chantier.

Chronologie et dynamique d'exploitation

Deux tessons d'amphores (**tabl. 12**) et deux datations radiocarbone donnent des indications chronologiques sur les phases anciennes de cette exploitation. L'individu de l'US 201, un fragment d'amphore italique Dressel 1C[3], correspond au Ier siècle av. n. è. Le tesson indéterminé récolté par C. Dubois ne permet pas de préciser l'intervalle, pas plus que le mobilier signalé dans les archives. C. Dubois propose que l'outil en fer

3 Identification par Laurence Benquet, INRAP.

Catégorie	Type	Élément	NR	Commentaire
Amphore	Dressel 1C	Épaulement/ départ de col	1	US 201. Diamètre complet, brisé sous l'angle de l'épaulement et à quelques cm de la base du col.
Amphore	Indéterminée	Panse	1	Dubois & Métailié 1991, 65. Haut de CA2.
Poterie	-	-	-	Archives de 1875 d'après Dubois & Métailié 1991, 65.
Métal	*Sorte de râteau en fer*	-	1	Archives de 1875 d'après Dubois & Métailié 1991, 65.

Tabl. 12. Inventaire du mobilier de La Coustalade. NR : nombre de restes.

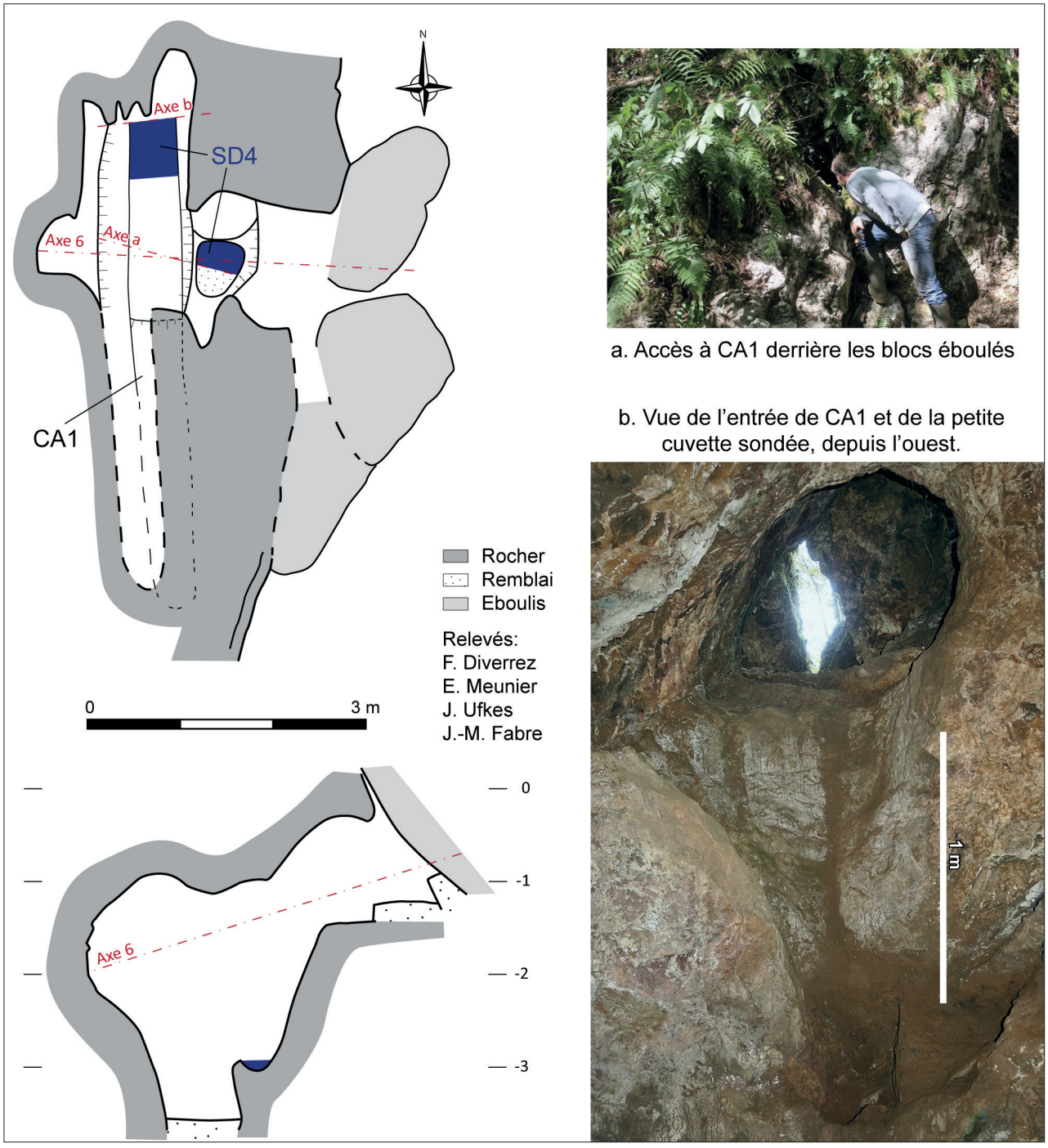
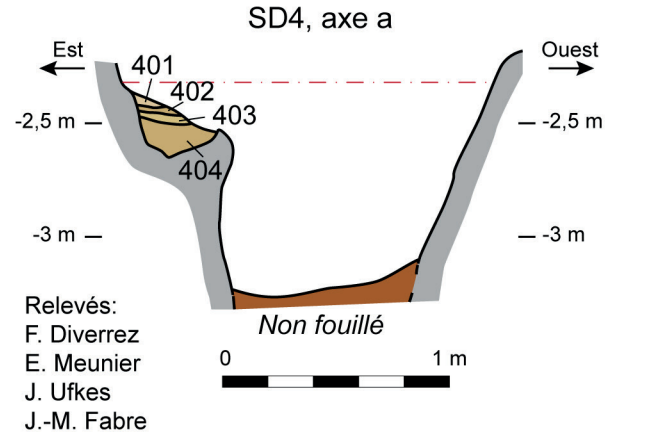
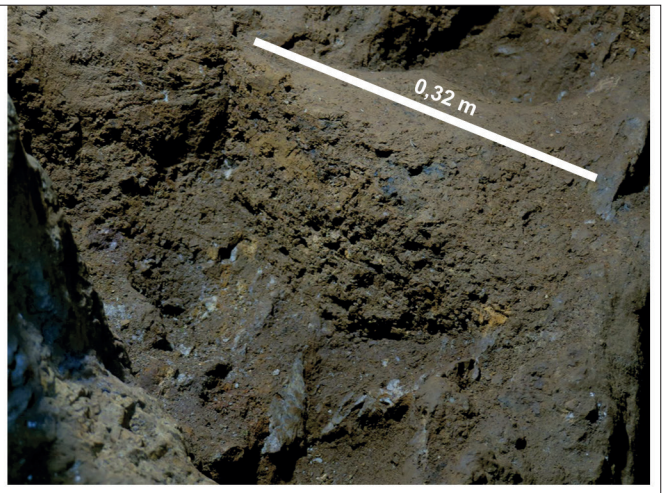
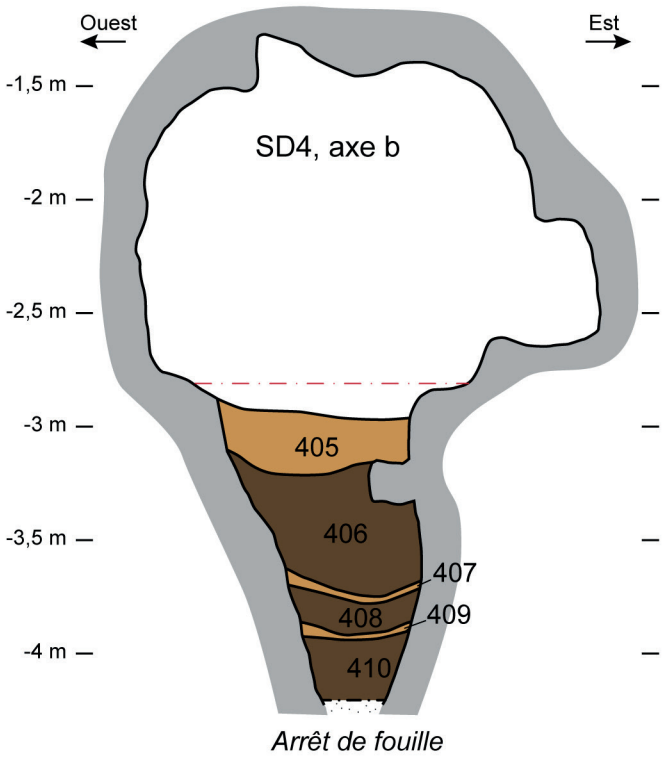


Fig. 81. Mine de la Coustalade, localisation du sondage 4. *E. Meunier 2022*

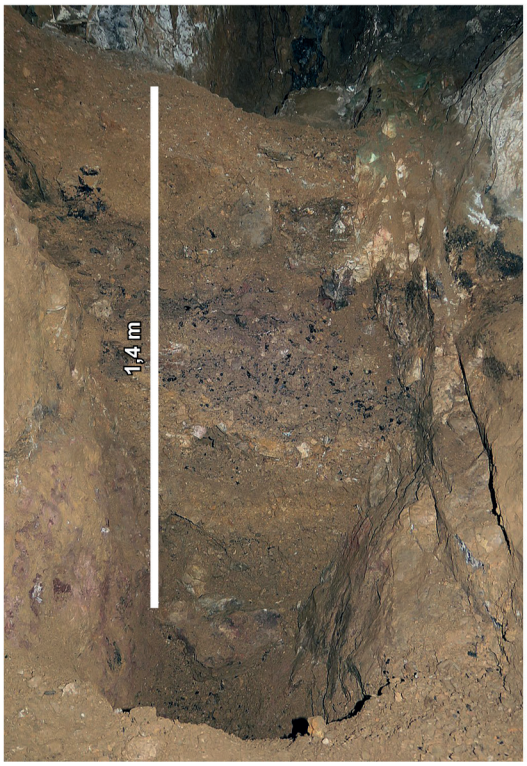


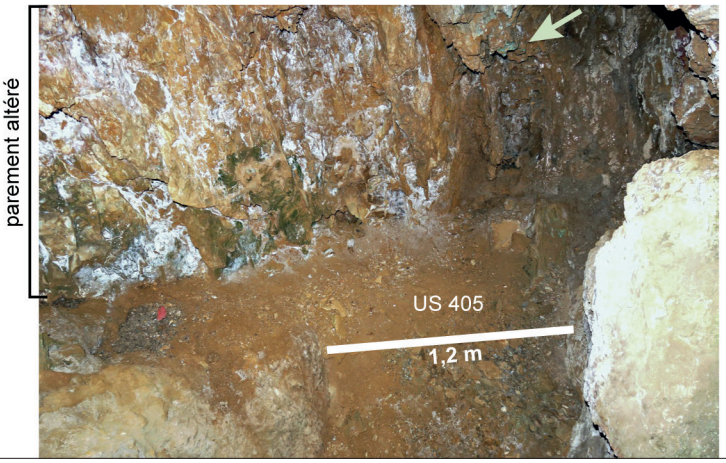


a. Coupe dans la cuvette sous l'accès à CA1.



b. Coupe au pied du front de taille.





c. Front de taille avant le sondage 4. On peut observer les parements supérieurs altérés et une mouche de carbonate de cuivre (flèche).

Fig. 82. Mine de la Coustalade, stratigraphie du sondage 4. *E. Meunier 2022*

ait servi à récupérer le minerai abattu au feu avant que les blocs n'aient totalement refroidi, ce à quoi nous souscrivons (Dubois 1996, 39). La période à laquelle il a été utilisé n'est cependant pas connue.

Les charbons qui ont été datés proviennent des US 203 et 404[4]. L'US 404 est celle que nous supposons la plus proche du démarrage de l'exploitation de cette mine et l'US 203, résidus en place d'un bûcher d'abattage au feu, date le creusement du renfoncement du chantier CA2 dans lequel il a été prélevé. La date de l'US 203 recoupe en partie la chronologie donnée par le mobilier, mais celle de l'US 404 est bien antérieure (**fig. 83**) : la mine de La Coustalade a été ouverte entre le IVe et le IIIe siècle av. n. è. (2205 ±30 BP). Le renfoncement du chantier CA2 a été creusé entre le IIe siècle et la première moitié du Ier siècle av. n. è. (2120 ±30 BP) selon la date calibrée. Le second intervalle donné pour cette date, 340-325 cal BC, nous semble peu plausible. En effet, les probabilités sont très réduites (3,6 %) et, si l'on retenait cette date, cela signifierait que plus de 200 ans se seraient écoulés avant le dépôt de l'US 201 contenant le fragment d'amphore. L'absence de niveau de sédimentation ou de concrétion entre les résidus d'abattage et les comblements supérieurs, indiquant une succession rapide des évènements, n'est pas en accord avec une chronologie longue. Il nous semble donc plus cohérent de considérer que cette petite extension de CA2 vers le nord a été réalisée dans la première moitié du Ier siècle av. n. è., en cohérence avec l'épaulement d'amphore Dr 1C de l'US 201.

Les éléments stratigraphiques ne permettent pas de dire si l'exploitation a été continue entre l'ouverture du chantier CA1 au IVe ou IIIe siècle av. n. è. et le comblement du renfoncement du chantier CA2 au cours du Ier siècle av. n. è. Toutefois, l'extension réduite des travaux ne semble pas correspondre à une activité continue sur plus d'un siècle. Il semblerait plutôt que l'activité au cours du Ier siècle av. n. è. corresponde à une reprise d'exploitation, peut-être seulement à une recherche. La fouille de la plate-forme suspendue dans le chantier CA1 pourrait permettre de préciser les choses. Cependant, le fait que les deux chantiers soient presque intégralement vides limite les possibilités de datation des ouvrages. De même, il sera difficile de savoir si le chantier CA2 a été ouvert avant ou après le chantier CA1.

La morphologie des chantiers CA1 et CA2 est légèrement différente. S'ils sont tous les deux inclinés et ouverts au feu, le chantier CA1 est plus étroit et allongé alors que CA2, avec sa configuration de puits double, présente un plan plus large et court (**fig. 74**). Ces différences sont cependant dues à la morphologie de la minéralisation exploitée. Le chantier CA1 est centré sur le premier filon principal alors que le chantier CA2 a suivi l'extrémité sud de ce filon et des veines secondaires. On ne peut donc pas tirer de conclusion chronologique de ces différences. De plus, une autre similarité existe entre ces deux chantiers, directement liée à la façon de travailler : l'absence d'aménagement pour faciliter la circulation verticale. Cette uniformité dans la façon de gérer les déplacements des mineurs dans le chantier reflète une même conception du travail minier, qui inciterait plutôt à imaginer une activité qui se déroule, sinon en même temps, du moins en continu entre les deux chantiers.

Dans les deux chantiers, on peut également restituer des étages d'exploitation horizontaux, même s'ils n'ont pas pu être relevés de manière systématique. On en a un exemple avec le relevé à la cote -6,5 du chantier CA2. Les renfoncements au nord et au sud sont au même niveau (plan et coupe **fig. 78**). Dans la partie supérieure, il est plus difficile de repérer les vestiges des étages d'exploitation, mais on observe tout de même une coupole verticale résiduelle près de l'accès à la

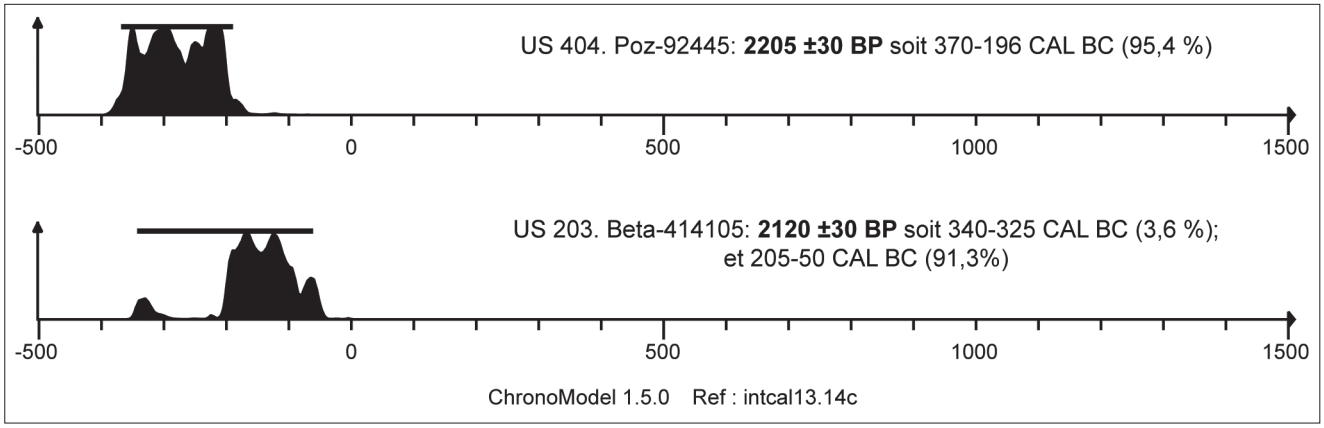


Fig. 83. Datations radiocarbone de la mine de La Coustalade. *E. Meunier 2018*

4 US 203 : écorce de hêtre ; US 404 : brindille indéterminée. Identification V. Py et R. Cunill Artigas (Géode).

moitié orientale du chantier depuis la fosse (**fig. 84, a**). Le chantier CA1 montre aussi dans son profil les négatifs des étages suivis par les mineurs (**fig. 84, b**). La hauteur des étages dans ces deux chantiers oscille entre 0,85 et 1,4 m. L'entrée du chantier CA1, qui a dû servir à la circulation des mineurs et à l'évacuation du minerai et des stériles, n'a qu'une hauteur de 1,15 m. Cela permet à un adulte d'y passer, mais pas de s'y tenir debout (**fig. 84, c**). La volonté d'économiser les creusements dans le stérile est donc avérée.

a. Négatif de coupole dans la partie supérieure du chantier CA2 Est.

b. Négatifs d'étages horizontaux dans le chantier CA1.

c. Accès au chantier CA1, qui permet à un adulte d'y passer, sans se tenir debout.

Fig. 84. Étages d'exploitation horizontaux dans la mine de La Coustalade et leur gabarit. *E. Meunier 2022*

Aucun ouvrage d'assistance ne peut être identifié dans la partie ancienne du réseau. Le fait que les chantiers soient largement ouverts et peu profonds permettait une circulation de l'air aisée. Dans le cas du chantier CA2, cette configuration pouvait toutefois facilement conduire à l'inondation du fond des travaux en cas de pluie. Aucun indice d'installation d'exhaure* n'a pourtant été identifié. Le chantier CA1, avec son entrée latérale, était protégé de ce point de vue. Le soutènement du chantier n'a pas inquiété les mineurs qui n'ont laissé aucun pilier en travers du chantier. L'arche de roche dans la partie haute du chantier CA2 peut remplir cette fonction, mais elle correspond sans doute autant à une économie de creusement dans l'encaissant stérile, comme expliqué plus haut. Cette absence d'ouvrages d'assistance est donc cohérente avec la morphologie simple de la minéralisation.

La configuration des ouvrages, avec leur forte inclinaison, rend difficile le travail de deux équipes en même temps dans un même chantier, l'une au-dessus de l'autre. Le profil de la partie haute de CA1 montre qu'il n'y avait pas de plancher entre deux étages mais qu'ils étaient simplement ouverts l'un après l'autre en descendant (**fig. 84, b** et **fig. 85**, flèches vertes). Le chantier CA1 a donc nécessairement été ouvert par une seule équipe de mineurs. Deux équipes pouvaient en revanche travailler en même temps dans chacun des deux chantiers CA1 et CA2 (**fig. 85**). Si on retient l'option d'une cloison centrale dans le chantier CA2 jusqu'au niveau où il a été recoupé par la galerie GM1, alors deux équipes ont pu travailler en même temps dans les parties ouest et est de ce chantier sur toute sa hauteur. Les données disponibles actuellement ne permettent toutefois pas de savoir si l'option de l'exploitation intensive à trois équipes a été choisie ou si les travaux ont été menés de façon plus progressive. Il n'est pas non plus possible de savoir ce qu'il en était de l'état de la fosse en surface au moment de l'ouverture des deux chantiers inclinés. Le niveau d'ouverture du chantier CA1, inférieur au bord opposé de la fosse, semble bien indiquer qu'elle était en partie déjà creusée. Atteignait-elle le chantier CA2 au sud ? Avait-elle la même largeur qu'actuellement vers l'est ? L'absence de niveaux archéologiques conservés sur son pourtour ne permet pas de trancher. D'autre part, la

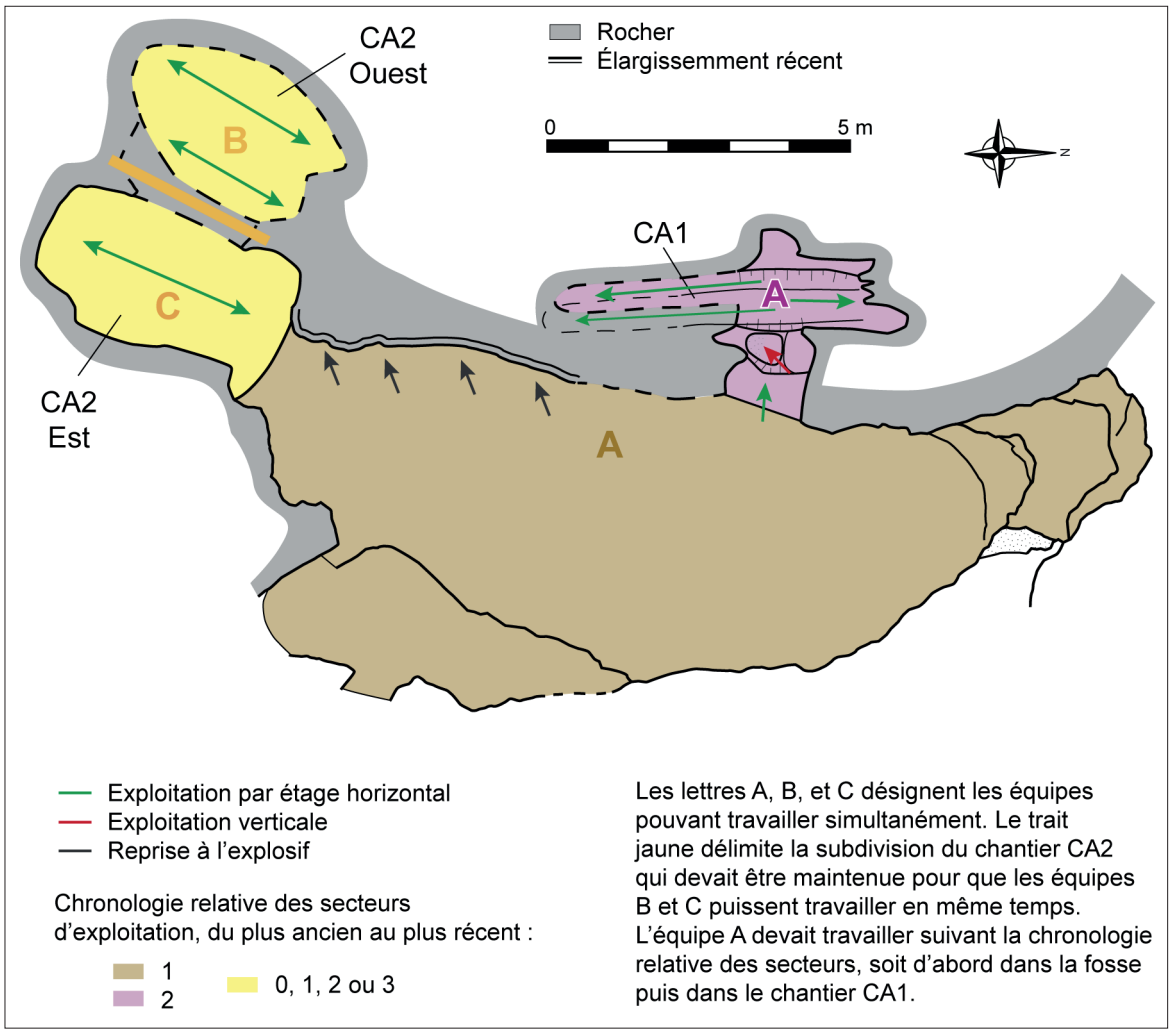


Fig. 85. Dynamique d'exploitation des travaux anciens de La Coustalade. *E. Meunier 2018*

chronologie relative du chantier CA2 par rapport à CA1 et à la fosse ne peut pas non plus être assurée. L'accès à ce chantier en surface se faisait plus haut que le niveau de la fosse, par le sud. Il a donc pu être démarré avant, en même temps ou après la fosse.

En ce qui concerne l'état d'avancement du chantier selon la chronologie, les éléments disponibles ne permettent pas d'être très précis. La partie ancienne visible actuellement a été exploitée entre le IVe siècle av. n. è., date la plus ancienne à l'entrée de CA1, et le Ier siècle av. n. è., date la plus récente du comblement du renfoncement nord de CA2. Le volume assez réduit de ces travaux ne nous semble pas justifier quatre siècles de travail. Au contraire, leur homogénéité nous ferait plutôt pencher pour une exploitation continue et plutôt de courte durée. Si le démarrage du chantier CA1 se situe au IVe siècle av. n. è. ou dans la première moitié du IIIe siècle av. n. è., il faut restituer une interruption de l'exploitation avant une reprise au Ier siècle av. n. è. La provenance des niveaux les plus récents dans une excroissance du chantier est cohérente avec une reprise. Si l'ouverture de CA1 s'est produite plutôt vers la fin de l'intervalle calibré, dans la seconde moitié du IIIe siècle av. n. è. ou au début du IIe siècle av. n. è., une exploitation continue serait possible si une seule équipe de mineurs a travaillé à la fois, ouvrant d'abord le chantier CA1, puis le chantier CA2, pour arriver au début du Ier siècle av. n. è. au niveau du renfoncement à la base de CA2. Mais en l'absence de date de démarrage du chantier CA2, cela restera à l'état de proposition.

Mine du Goutil (La Bastide-de-Sérou et Larbont)

La mine du Goutil est constituée de deux réseaux, dénommés Est et Ouest, situés de part et d'autre d'un petit vallon irrigué par le ruisseau intermittent de Lancise (**fig. 86**). Le cadastre indique que les parcelles attenantes se nomment

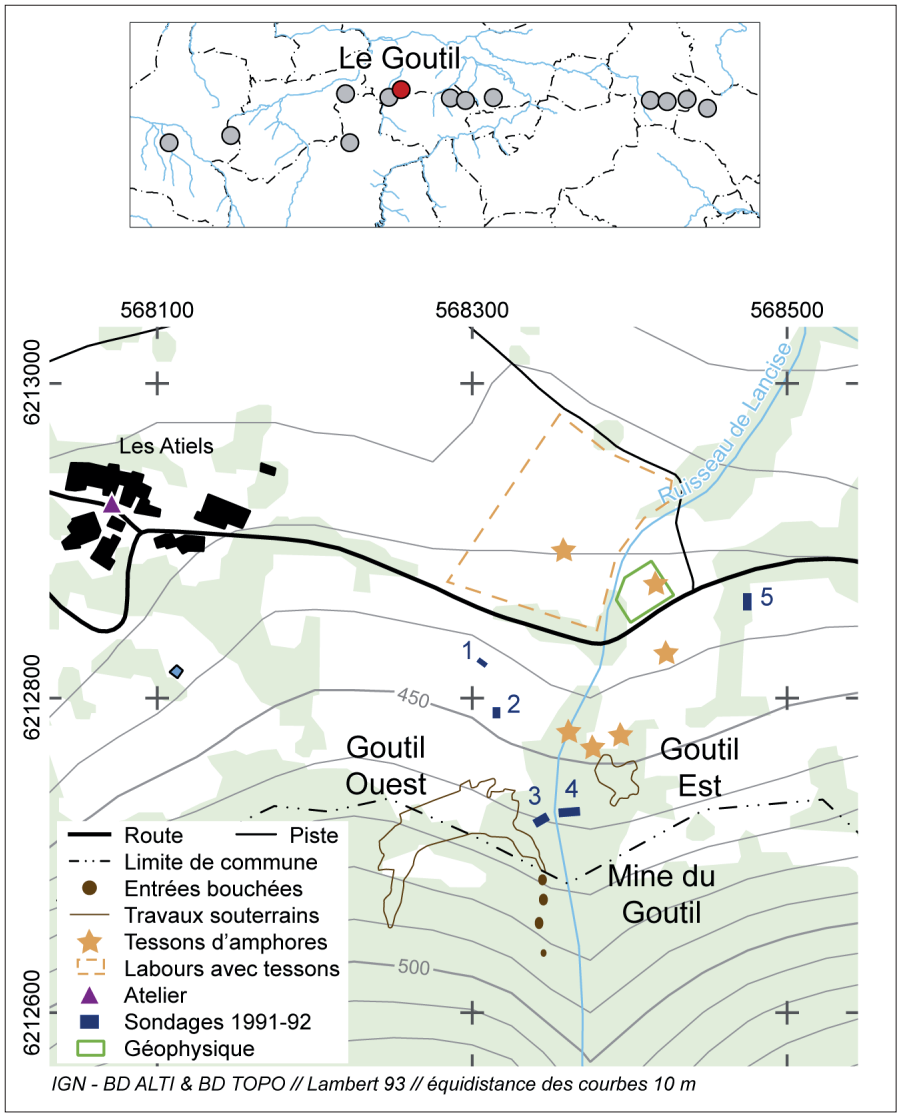


Fig. 86. Localisation de la mine du Goutil (La-Bastide-de-Sérou et Larbont). *E. Meunier 2022*

l'Argentario. La minéralisation, selon les observations sur le terrain de M. Lopez et E. Chanvry[5], correspond aux gisements de type *Mississipi Valley*. Porteuse de cuivres gris, elle est encaissée dans la dolomie triasique du Muschelkalk et se développe dans des niveaux de brèches* qui ont alimenté des filons. Les archives minières ne mentionnent pas ce site, qui n'a en effet fait l'objet d'aucune reprise récente. Les travaux de C. Dubois et J.E. Guilbaut les avaient conduits dès 1981 à la publication d'un article présentant le réseau Est (Guilbaut 1981). Une notice sur ce site se trouve aussi dans leur article de 1982 portant sur l'ensemble du district (Dubois & Guilbaut 1982, 101-104). Le réseau Ouest n'avait pas pu être visité alors, mises à part quelques entrées rapidement comblées. L'intérêt de ce site, préservé des reprises modernes et bien conservé, a conduit à son classement à l'inventaire des Monuments Historiques en 1982. Ce n'est que lors des campagnes de prospections de 1991 et 1992 que le second réseau a été exploré et topographié, une des entrées ayant été désobstruée. Cinq sondages ont également été réalisés sur les terrains jouxtant ces deux réseaux par C. Dubois en 1991 et 1992 (Dubois & Métailié 1991, 49-53 ; Dubois & Métailié 1992, 32-69). Comme sur les autres sites de ce district, les tessons d'amphores sont nombreux autour des travaux et dans les remblais qui colmatent les chantiers (**tabl. 14**).

Les travaux réalisés sur la mine du Goutil dans le cadre de cette thèse ont été assez limités. Les deux réseaux sont bien plus complexes que les autres sites du district et leur étude complète demanderait un investissement très important sur le terrain. L'étude effectuée ici s'est appuyé sur les topographies des réseaux réalisées lors des campagnes des années 1980 et 1990. Le plan d'ensemble de chacune des mines avait en effet été dressé. Des relevés de détail permettant de compléter les données avec les coupes et sections des ouvrages ont été initiés dans les deux réseaux, mais demeurent inachevés. Un test d'utilisation du scanner 3D a été réalisé dans le réseau Ouest, dans un secteur dont la morphologie et les dimensions rendaient difficiles les relevés classiques. Un test de photogrammétrie a été fait dans le réseau Est. Lors de ces campagnes, un seul sondage a été réalisé, dans le réseau Ouest, en 2014. Les résultats ont montré qu'il était indispensable de mieux comprendre l'architecture de ces réseaux avant de choisir d'autres implantations de sondages. Cette compréhension a commencé à émerger suite à la venue sur le terrain des géologues M. Lopez et E. Chanvry, qui ont pu donner un sens, par leur interprétation des structures minéralisées, à la morphologie des ouvrages miniers. Leur intervention ne s'étant déroulée qu'à l'été 2017, il était trop tard pour approfondir les recherches sur ce site à la lumière de ces éclairages récents. Les sondages réalisés par C. Dubois apportent des éléments sur des installations de surface qui complètent ponctuellement les données issues des réseaux souterrains.

Le réseau Est

Ce réseau se présente sous la forme d'un espace souterrain largement ouvert mais fortement remblayé à la sole*, ponctué de piliers et de fines cloisons résiduelles percées à leur tour, comme le montre le plan général réalisé par nos prédécesseurs (**fig. 88**). Des affleurements rocheux visibles en surface au sud et sud-ouest des travaux souterrains correspondent très probablement à une partie de l'exploitation réalisée à ciel ouvert (**fig. 87**), non topographiée. Les travaux accusent un pendage prononcé de 25 à 29° vers le nord, qui correspond à celui de la minéralisation (**fig. 90**). En l'absence de cotes sur le plan général existant, un relevé du cheminement topographique a été réalisé pour connaître l'extension de l'ouvrage dans ses trois dimensions (**fig. 88**) et le

Fig. 87. Vue panoramique des affleurements au sud du réseau souterrain du Goutil Est. *E. Meunier 2018*

5 M. Lopez, Université de Montpellier et E. Chanvry, géologue post-doctorante.

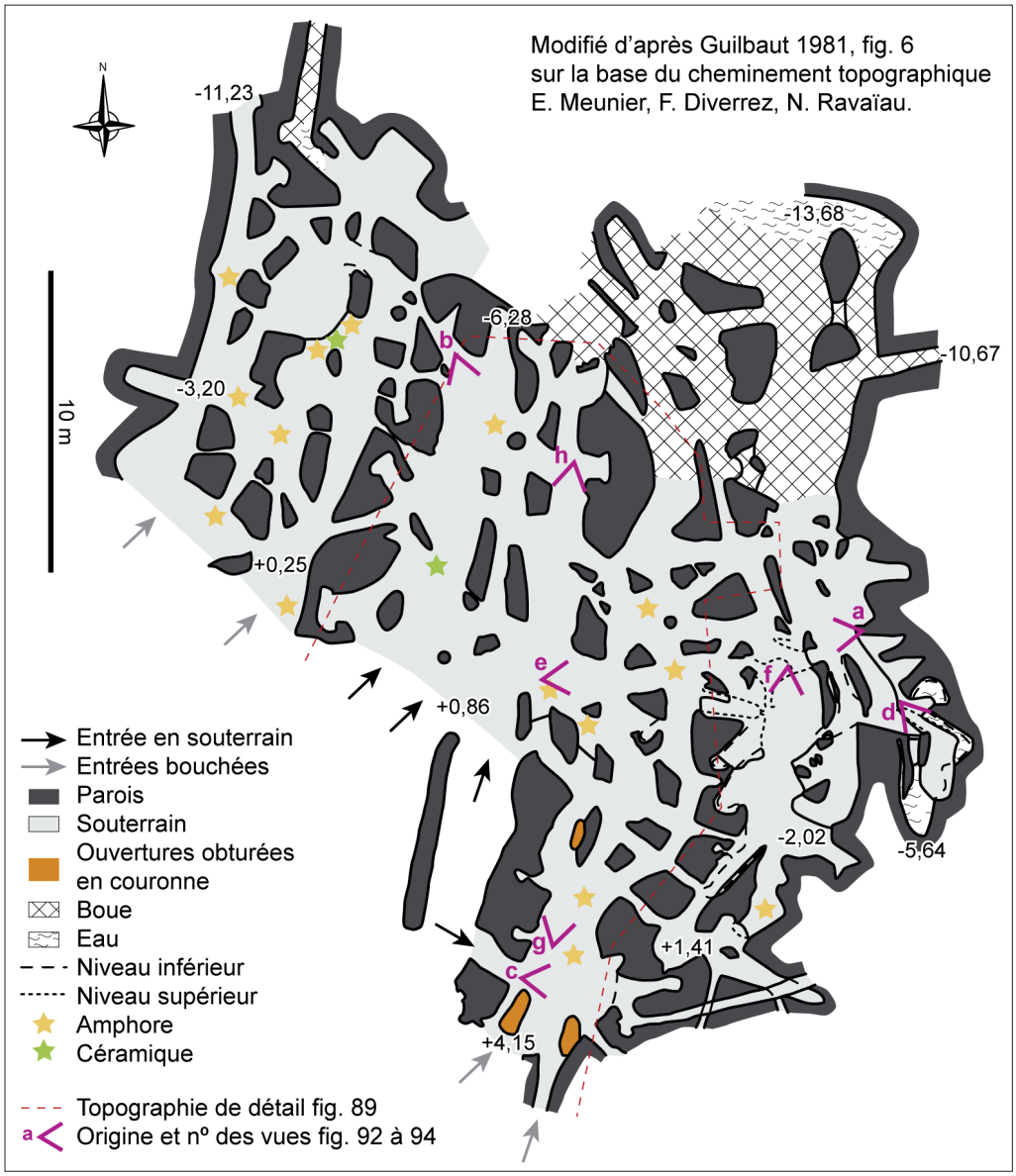


Fig. 88. Plan général du réseau du Goutil Est. *E. Meunier 2022*

relevé de détail des secteurs proches des entrées a été entrepris (**fig. 89** et **90**). Les travaux s'étendent sur 25 m dans le sens est-ouest, 30 m dans le sens nord-sud, et près de 18 m entre le point le plus haut et le point le plus profond, sur remblai. En tenant compte des affleurements visibles, les travaux pourraient encore se prolonger d'une vingtaine de mètres vers le sud.

Ce réseau est encaissé dans des dolomies du Trias orientées N110° avec un pendage de 20-30° vers le nord. On distingue dans la moitié orientale le plan irrégulier correspondant aux zones de brèches* exploitées en suivant la minéralisation de près (**fig. 88**). Dans la moitié occidentale de ce réseau, l'espace est organisé suivant des sortes de couloirs orientés N5° à N10° (**fig. 88** et **89**). Ils correspondent aux filons qui se sont formés par la circulation des fluides minéralisés sous pression dans les brèches*. Ces dernières se sont mieux développées dans la moitié orientale du gisement alors que les filons ont été favorisés dans la moitié occidentale. La partie centrale du réseau, avec les deux morphologies de minéralisation représentées, montre ainsi des élargissements dans la partie basse et des surcreusements étroits et allongés en couronne*, orientés nord-sud. Les coupes transversales permettent d'observer les extensions étroites en couronne* correspondant aux filons verticaux (**fig. 91**).

La géométrie variable de la minéralisation, dans les brèches* ou les filons, permet d'expliquer la morphologie irrégulière des travaux. Cependant, elle n'est pas pour autant le résultat d'une seule phase d'exploitation. En effet, on peut observer des reliquats de soles* transpercées ou des négatifs d'étages suspendus en plusieurs endroits (**fig. 92**). D'autre part, le mode d'abattage utilisé est mixte : on observe à la fois des parois constellées de traces d'outil alors que d'autres sont

Image obtenue par photogrammétrie (traitement B. Cauuet).

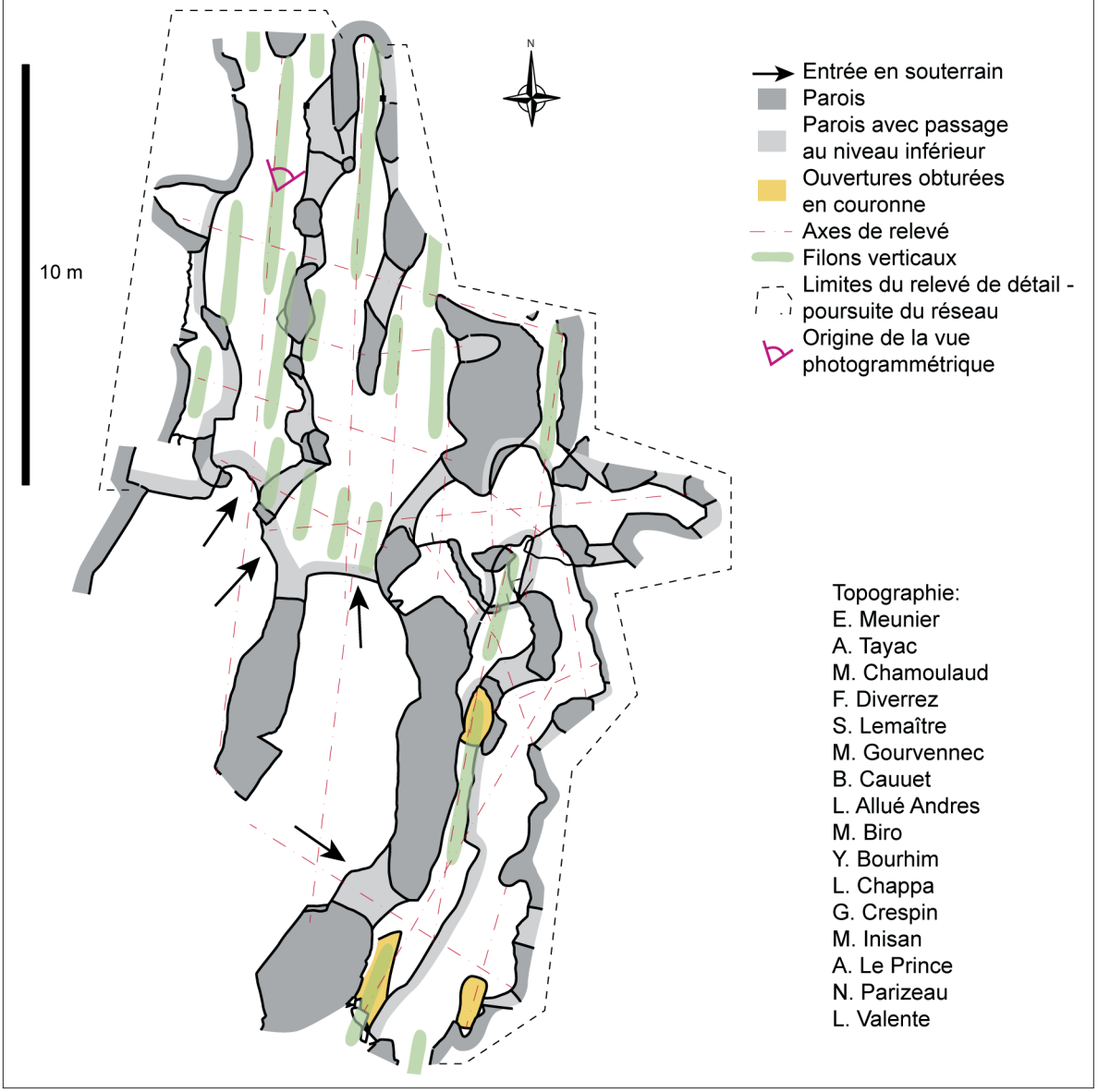


Fig. 89. Plan de détail de la partie centrale du réseau du Goutil Est. *E. Meunier 2022*

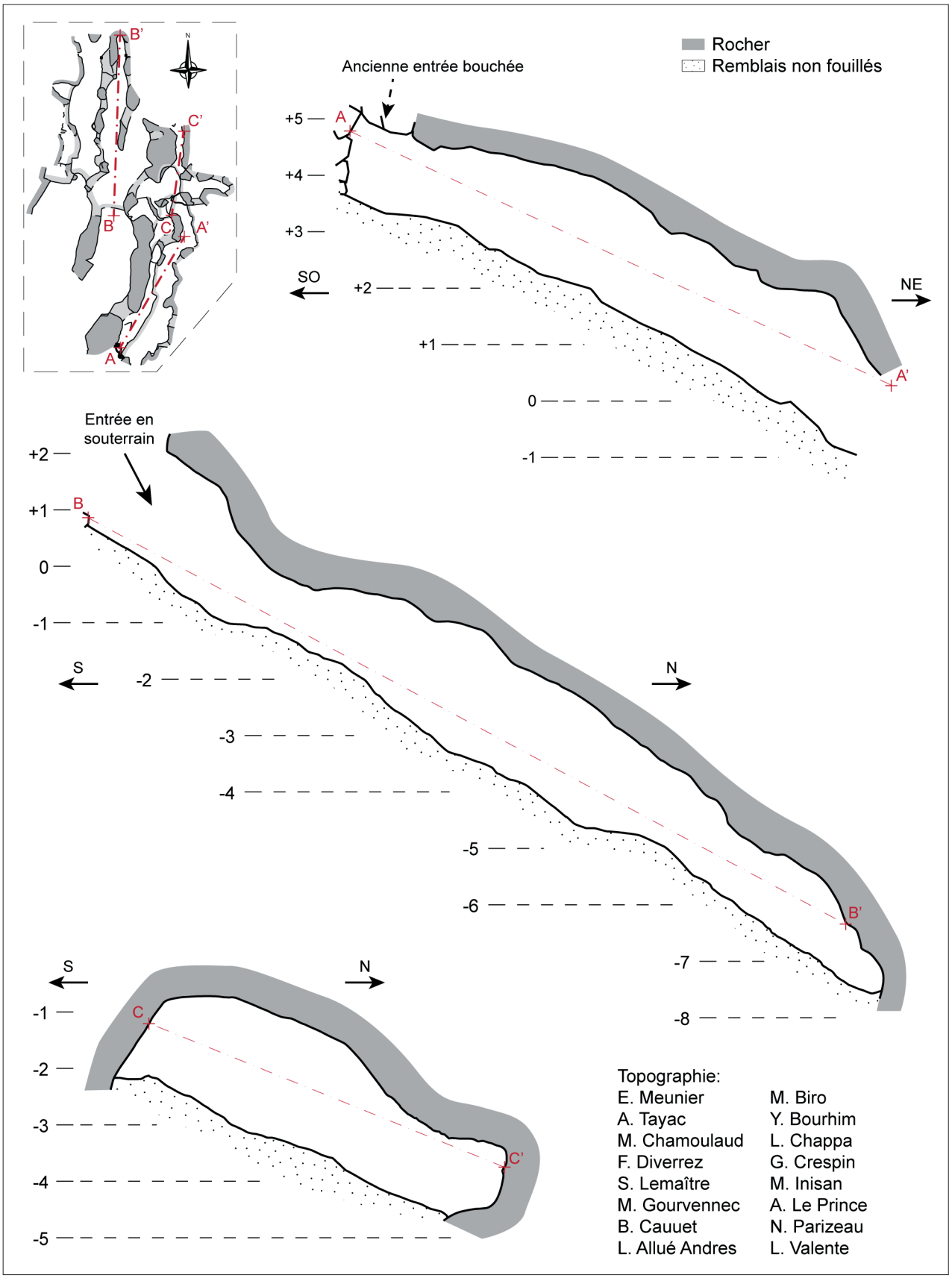


Fig. 90. Coupes longitudinales dans le réseau du Goutil Est. *E. Meunier 2022*

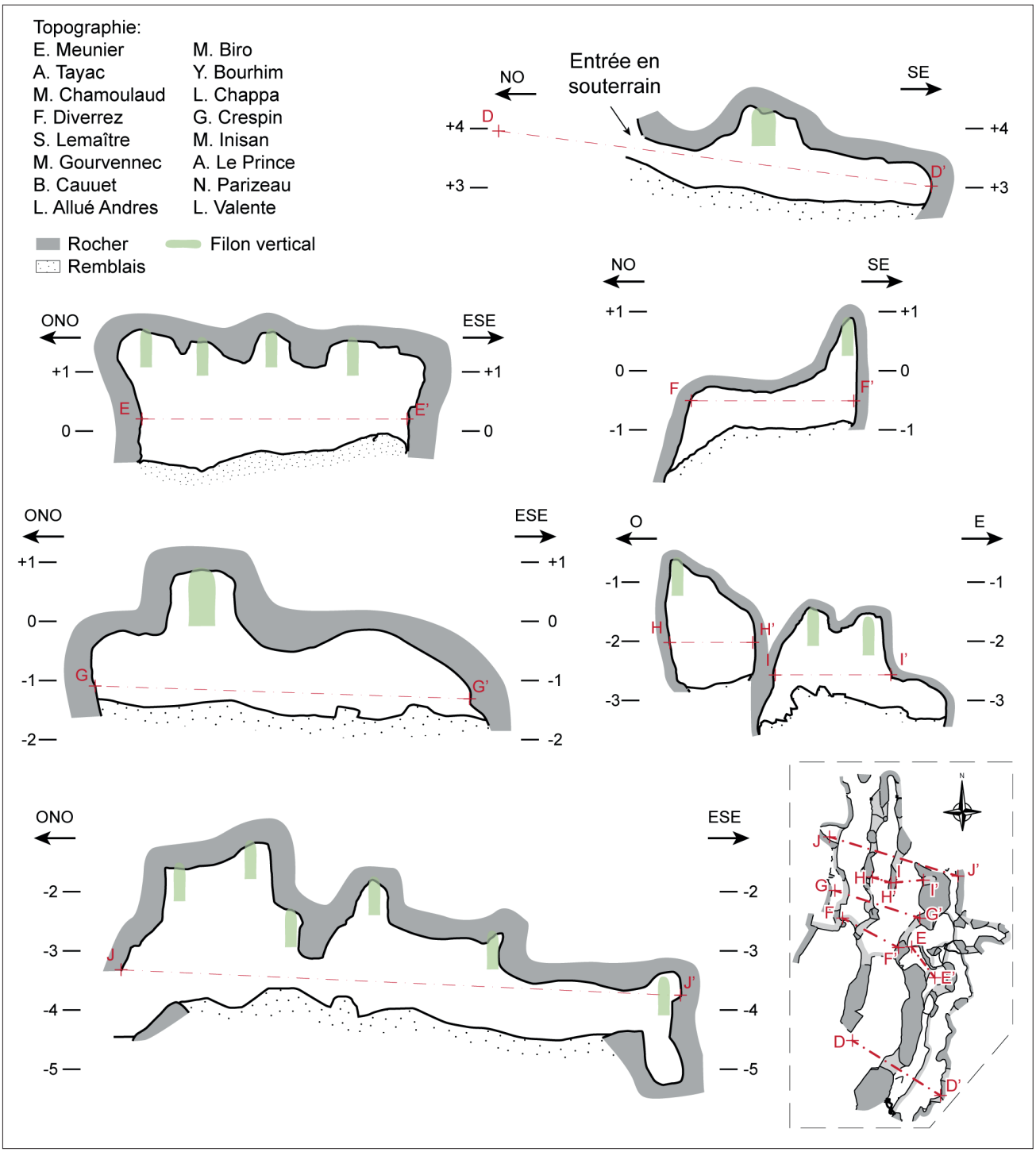


Fig. 91. Coupes transversales dans le réseau du Goutil Est. *E. Meunier 2022*

parfaitement lisses avec des profils courbes caractéristiques de l'ouverture au feu (**fig. 92, a** et **fig. 93**). Les parois avec des traces d'outils ne se trouvent jamais au niveau des entrées mais à l'intérieur des travaux. Elles sont dominantes vers l'est du chantier, en limite d'extension de la mine, avec un secteur entièrement ouvert à l'outil. Ailleurs, elles marquent des élargissements ponctuels. Des surcreusements en couronne* ont parfois été réalisés à l'outil le long des filons verticaux. Mais le feu a lui aussi été utilisé pour exploiter ces filons, et son usage domine largement à l'échelle du réseau. L'ouverture initiale de cette mine a donc dû se faire en utilisant le feu, seule technique attestée près des entrées, et les traces d'outils correspondent à une reprise. Cependant, le gabarit très variable des ouvrages pourrait indiquer deux périodes d'activité avec l'usage du feu. En effet, on observe à la fois des ouvrages de petites dimensions, dont la largeur ne dépasse pas le mètre (**fig. 94, g**), et d'autres dont le profil révèle un creusement unique conduit de manière à ouvrir un volume large (**fig. 94, h**). La géométrie de la minéralisation favorise toutefois ce type de variations (**fig. 94, f**).

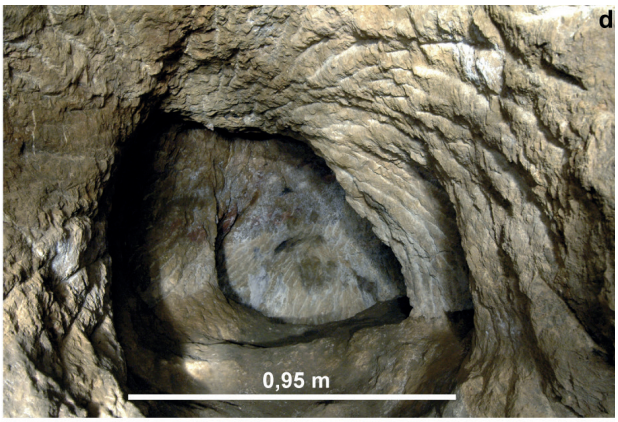
a. Vue de l'est. À l'arrière-plan, galerie circulaire suspendue sur une plateforme laissée en place après le percement de la sole.
Au premier plan, une galerie étroite ouverte à l'outil est dirigée vers le sud depuis un chantier ouvert au feu.

b. Travée large dans laquelle on observe des reliquats de soles formant des ressauts après l'approfondissement des travaux. Les excroissances vers le haut correspondent à l'exploitation des filons verticaux (cliché J.-M. Fabre).

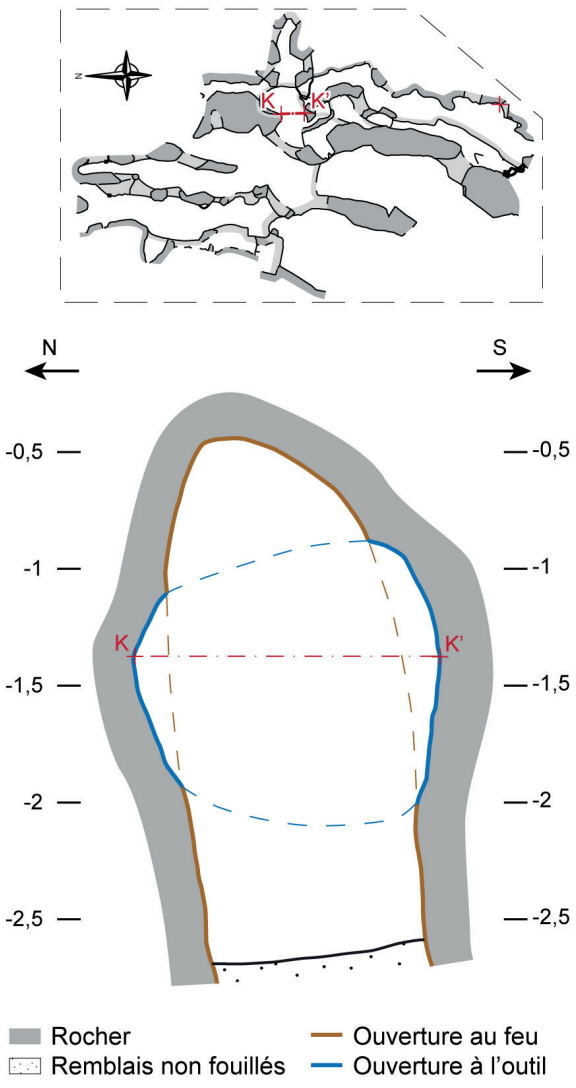
Fig. 92. Secteurs montrant des reprises dans le Goutil Est. *E. Meunier 2022*

Enfin, il est à noter que l'exploitation a été conduite majoritairement suivant l'inclinaison générale de la minéralisation. Le reliquat de sole* visible au premier plan à droite de la photo b de la figure 92 montre que les travaux suivaient ce pendage du sud vers le nord. On n'observe pas, comme cela a pu être relevé à La Coustalade ou à Rougé, d'étages d'exploitation horizontaux qui se succèdent en gradins pour suivre l'inclinaison de la minéralisation. Les coupes longitudinales, dans le sens de la progression des mineurs, montrent ainsi l'inclinaison des travaux (**fig. 90**) alors que les coupes transversales mettent en évidence les percements postérieurs permettant la communication entre les travées nord-sud à différentes profondeurs (**fig. 91**). Les filons verticaux multiples et de faible puissance conditionnent ce type d'attaque. Un certain souci d'économie de creusement a conduit à l'exploitation des brèches* en suivant leur profil irrégulier, sans développer, pour ce que l'on peut en voir malgré les remblais, de véritable étage horizontal élargi (**fig. 94, f**).

c. Coupoles d'ouverture au feu.



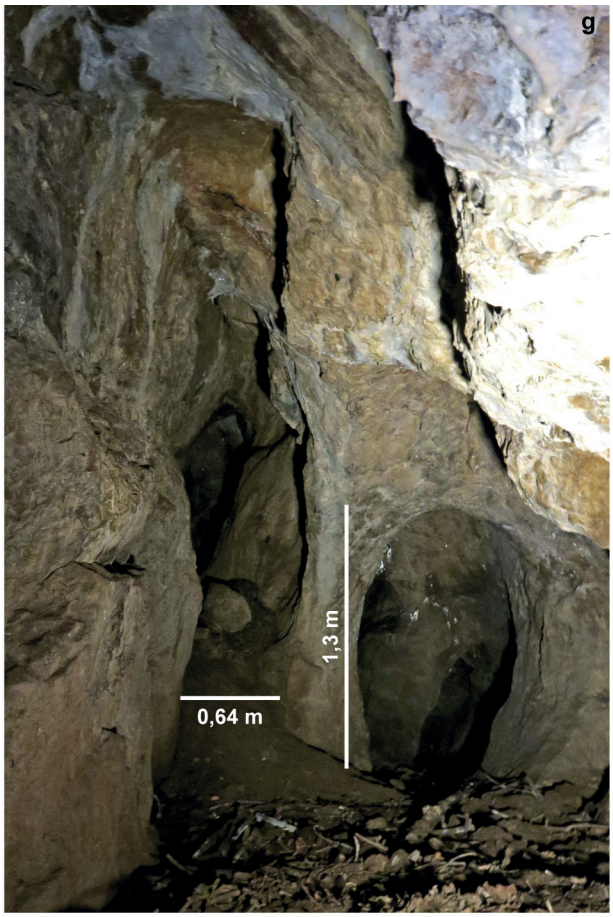
d. Traces de coups de pointerolle (cliché J.-M. Fabre).



e. Cloison percée à l'outil au centre et au feu dans les parties basses et hautes, vue depuis l'ouest. La chronologie relative de ces deux modes de creusement n'est pas évidente.

Fig. 93. Stigmates d'abattage au feu et à l'outil dans le Goutil Est. *E. Meunier 2022*

f. Chantier irrégulier formé par l'accumulation d'ouvertures de petit volume, correspondant à différents étages d'exploitation, vu vers le sud. Cette morphologie est liée à celle de la minéralisation et peut résulter d'une seule phase d'activité.



g. Galeries étroites ouvertes au feu, dont le gabarit originel permet à un adulte de passer mais pas à deux personnes de se croiser. L'élargissement au premier plan et à la couronne de la galerie de gauche, anguleux, correspondent à des reprises.

h. Chantier ouvert au feu constitué d'un volume principal unique surmonté de deux surcreusements correspondants à l'exploitation de filons verticaux.

Fig. 94. Différents gabarits de chantier dans le réseau du Goutil Est. *E. Meunier 2022*

La gestion des déplacements des mineurs sur ces différents étages nous échappe. Les remblais qui occupent actuellement les travaux permettent de les parcourir facilement, en contournant si besoin les vides qui ont été formés dans certains endroits. On peut imaginer que les nombreux replats et décrochement aient pu servir à installer des structures en bois pour circuler et travailler (échelles, échafaudages). Des encoches de petite taille (l = 5 cm ; h = 6 cm ; prof. = 2-3 cm) ont été repérées dans certaines parois, plutôt dans les parties hautes. Leur profondeur trop réduite ne permet pas de les interpréter comme des niches à lampes, et, là où elles ont pu être observées, elles sont isolées et n'ont pas de jumelle leur faisant face sur le parement opposé. Il est toutefois possible qu'elles aient servi à caler des boisages, dont la structure ne peut être décrite en l'état.

En l'absence de sondage, les éléments de datation livrés par ce réseau se limitent à du mobilier mêlé aux remblais, non ramassé. Les amphores italiques dominent là encore (**tabl. 14**). Lors des premières prospections, outre l'identification de lèvres de Dressel 1A, quelques tessons de céramique commune à pâte grise et engobe noir et un bord de mortier ont été signalés dans le chantier (Guilbaut 1981, 178-179). Une anse d'amphore portait le timbre ASO qui, en mauvais état, pourrait être partiel (**fig. 105, 1**). Ce timbre n'étant pas répertorié sur d'autres sites, cela ne permet pas de préciser la chronologie au-delà de la période du Ier siècle av. n. è., ou de la fin du siècle précédent. La position de ce mobilier à la surface des remblais massifs qui encombrent le réseau, principalement constitués de haldes* rejetées à l'intérieur, indique simplement qu'une phase d'activité correspondait à cette période. L'ouverture de la mine et la ou les reprises ne peuvent être datées de la sorte.

Le réseau Ouest

Description des travaux

Le réseau Ouest du Goutil est le plus étendu des réseaux anciens accessibles actuellement. Il s'étend sur 115 m dans le sens est-ouest et 84 m dans le sens nord-sud (**fig. 95**). Il est densément quadrillé de galeries et chantiers dans sa moitié nord, alors que le sud n'est parcouru que de galeries isolées, qui s'ajoutent aux chantiers de l'entrée. L'extension cumulée des galeries atteint près d'un kilomètre. Le plan général des travaux a été réalisé par les spéléologues J.-P. Calvet et G. Armengaud, lors de la campagne de terrain de 1992 (Dubois & Métailié 1992, 34). Les cotes n'ont pas été reportées sur ce plan, ce qui ne permet pas de connaître la profondeur maximale atteinte dans ce réseau. Lors de nos opérations, nous n'avons repris que ponctuellement la topographie de détail, près de l'entrée, en incluant des coupes et sections. Une petite partie du cheminement topographique a été enregistrée entre le secteur relevé à l'entrée et un chantier sur plusieurs niveaux dans lequel le relevé au scanner 3D a été réalisé, pour les connecter au même système topographique. Dans cet espace, les cotes des travaux vont de +1,5 m à -16 m. Les parties les plus profondes n'ont pas été atteintes lors de ces mesures et trois orifices bouchés visibles en couronne* indiquent que des cheminées remontaient jusqu'au jour à certains endroits.

Du point de vue géologique, le réseau Ouest du Goutil présente des similitudes avec le réseau Est. Les deux sont encaissés dans les dolomies du Trias et la minéralisation correspond là aussi au type *Mississipi Valley*, avec des brèches* plus ou moins développées et des filons verticaux qui ont orienté l'exploitation. La différence principale avec le réseau Est réside dans l'identification d'une autre strate géologique observée en couronne*, en allant vers le nord du chantier. Il s'agit d'un niveau de mudstone gris sombre finement stratifié et stérile (**fig. 96**). Une brèche* de 40 à 60 cm d'épaisseur s'est formée entre le mudstone et la dolomie. Cette brèche* est silicifiée mais la barytine y est toujours présente, et elle renferme des petites masses de cuivre gris. Deux niveaux de brèches* ont donc été exploités par les mineurs (**fig. 96** et **98**), ainsi que les filons verticaux, qui se développent dans la masse des dolomies, entre ces deux niveaux de brèches*. Cela explique l'étagement des travaux et leur irrégularité, les brèches* étant, tout comme dans le réseau Est, discontinues et plus ou moins exprimées.

Une fois ces caractéristiques posées, on peut tenter de distinguer dans les travaux ce qui relève des variations dues à la morphologie de la minéralisation et ce qui pourrait correspondre à des phases d'exploitation différentes. Comme dans le Goutil Est, l'usage du feu et de l'outil a été constaté dans les différents secteurs de la mine, parfois dans le même espace (**fig. 97, a** et **b**). Là aussi, les entrées sont exclusivement foncées au feu. Cela inciterait à associer l'utilisation de l'outil avec une phase de reprise. Celle-ci a dû être plus importante que dans le réseau Est car les parois porteuses de traces d'outil sont ici plus fréquentes que celles qui présentent les stigmates du feu. Il est cependant très difficile d'établir une chronologie relative de ces ouvrages, du fait de leur aspect souvent labyrinthique (**fig. 97, b**). La morphologie de la minéralisation en est la cause, mais cela empêche de repérer une direction première que l'on pourrait différencier de celle suivie lors des reprises.

Ensuite, le gabarit des ouvrages peut également être réparti en deux catégories. D'une part, on trouve un petit module, ouvert au feu ou à l'outil, avec une largeur allant

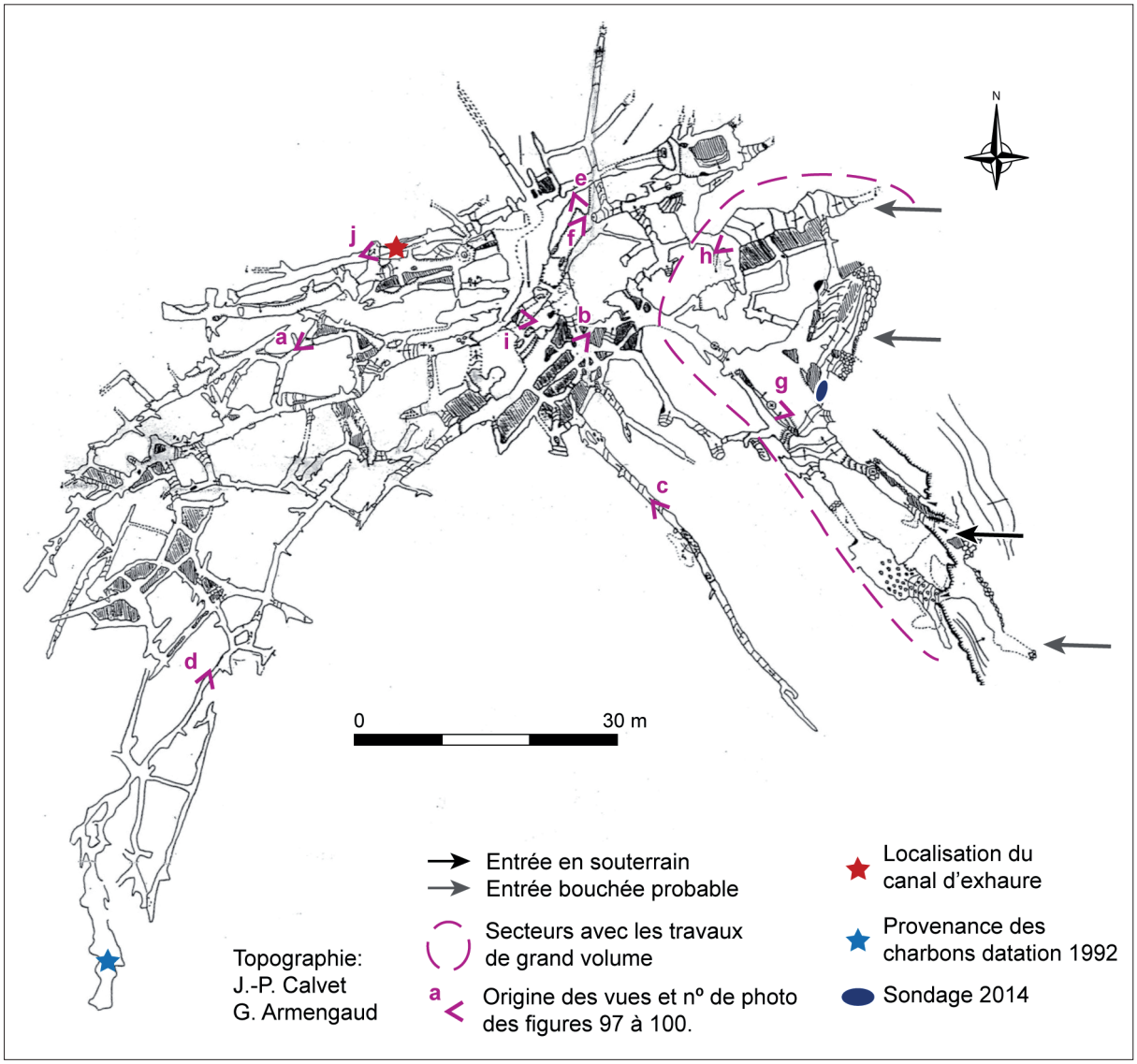


Fig. 95. Plan d'ensemble du réseau du Goutil Ouest (d'après Dubois 1996, fig. 2). *E. Meunier 2022*

de 0,4 à 1 m (**fig. 97**). Dans certains cas, ces ouvrages ne permettaient pas de se tenir debout, mais le percement des soles* intermédiaires facilite la circulation actuellement (**fig. 97, d**). Des chantiers de grand volume peuvent résulter de l'accumulation de creusements de ce type juxtaposés (**fig. 98**). D'autre part, certains secteurs correspondent au contraire à des volumes bien supérieurs, galeries larges et hautes ou grands chantiers, creusés dès le départ avec l'intention de leur donner ces tailles importantes (**fig. 99**). On s'y tient toujours debout et deux personnes peuvent s'y croiser sans problème. Les ouvrages de grand gabarit sont uniquement ouverts au feu. Cette répartition schématique entre les petits et grands gabarits serait sûrement à nuancer si des relevés de détails étaient disponibles de manière systématique. On peut simplement constater en l'état que les ouvrages de grand gabarit résultant d'un creusement unique se trouvent uniquement à l'est du réseau, près des entrées. Les chantiers de plus grande taille dans le reste du réseau sont, pour ce qui a été observé jusqu'à présent, le résultat de petits creusements juxtaposés.

Une autre différence réside dans le profil des ouvrages à l'outil de ce réseau, qui peut être anguleux (**fig. 97, c**) ou plus ovoïde (**fig. 97, a** et **b**). Faut-il voir dans les seconds une reprise à l'outil d'ouvrages dont l'abattage démarrait au feu ? Ou est-ce le signe de plusieurs phases chronologiques dans les travaux à l'outil ? La réponse ne peut être donnée pour l'instant.

Pour terminer au sujet des techniques minières, il faut signaler tout d'abord la présence d'encoches de boisage dans quelques points du réseau (**fig. 100, i**). De forme quadrangulaire irrégulière, leurs dimensions relevées tournent autour de 10 cm de largeur, 7 à 9 cm de hauteur et 2 à 4 cm de profondeur. Leur fonction est confirmée par le fait qu'on les trouve se faisant face de part et d'autre des galeries. Le second élément particulier à cette mine est l'identification

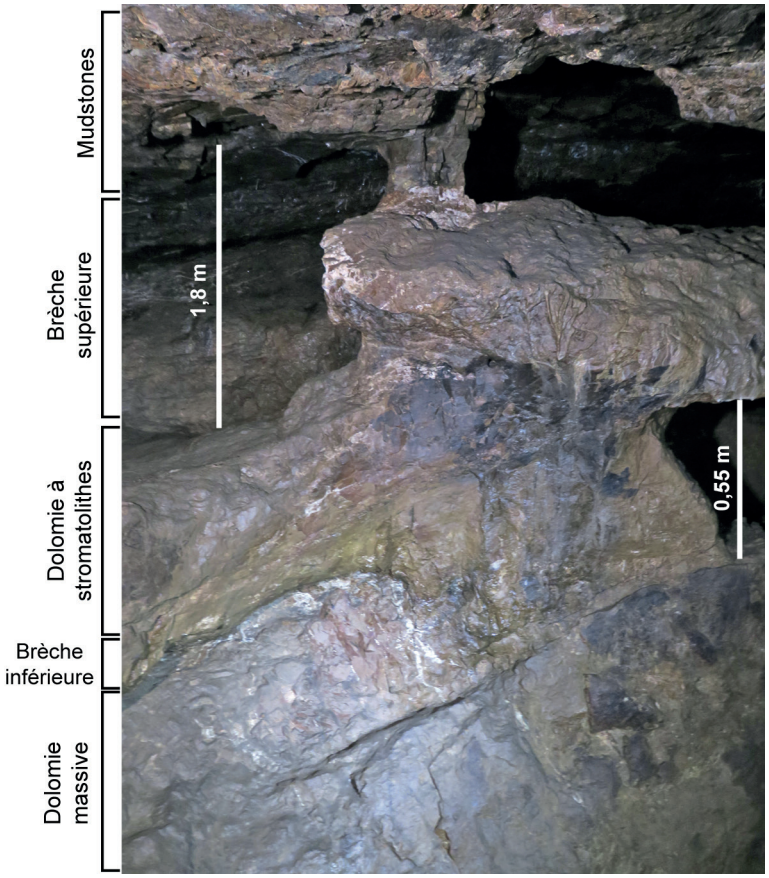


Fig. 96. Série géologique complète au nord du Goutil Ouest. *E. Meunier 2022*

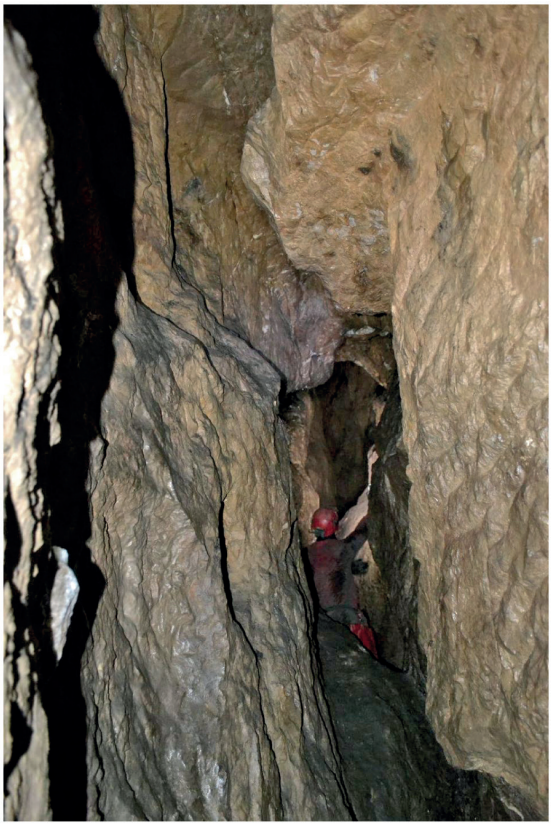
d'une portion de canal surcreusé à la sole* d'une galerie (**fig. 95** et **fig. 100, j**). De plan sinueux, il est long de 1,8 m, large de 20 cm et profond d'autant. Il met en communication un chantier plus profond d'un mètre en aval et une galerie qui ne ressort pas au jour vers l'amont. Dans ces conditions, il ne pouvait servir qu'à évacuer le trop-plein d'eau lorsque le chantier en amont se remplissait. Les traces de boue visibles sur les parements plus de 40 cm au-dessus du niveau du canal montrent que l'eau pouvait effectivement monter assez haut. La galerie vers laquelle l'eau était dirigée n'est pas une galerie d'exhaure* à proprement parler. Elle a été creusée pour exploiter un filon dont on voit la trace en couronne*. Elle se poursuit sur près de 25 m avant de se terminer sur un front de taille*. De la boue masque la sole*, mais il est possible que des fissures visibles au parement se poursuivent plus bas et aient permis à l'eau de s'évacuer naturellement. Le chantier en amont du canal, dont la sole* est également couverte de boue, constitue un point bas du réseau et il est possible que l'eau d'autres secteurs ait été dirigée vers cet espace pour être ensuite évacuée. Ces hypothèses demanderaient à être confirmée par une fouille du secteur et des relevés précis.

Sondage et éléments de chronologie

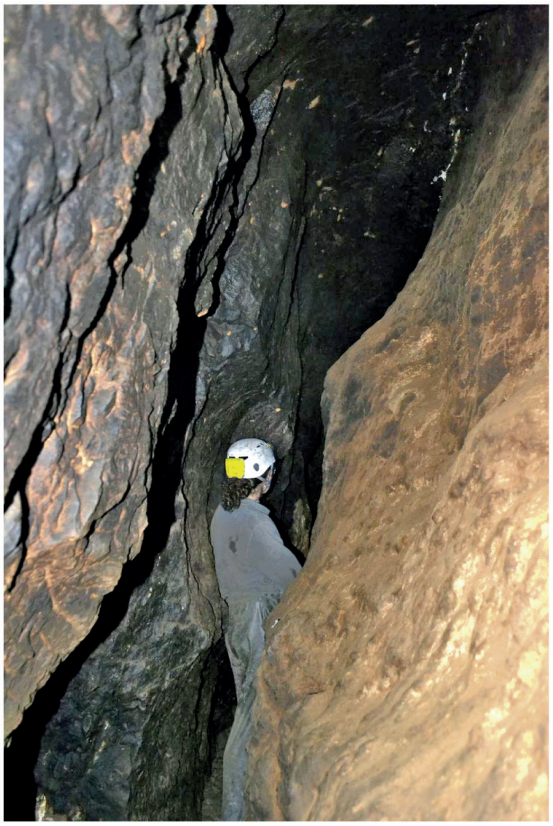
Un seul sondage a été réalisé dans ce réseau, en 2014, avec l'objectif d'obtenir des éléments de datation. Il a été implanté dans un petit chantier vertical à une vingtaine de mètres de l'entrée, entre les cotes -8,77 et -11,87 m (localisation **fig. 99**). Avant de démarrer le sondage, la partie visible présentait toutes les caractéristiques d'un chantier ouvert au feu avec ses parois lisses et son profil courbe. La fouille a révélé que la partie basse du chantier était quant à elle ouverte à l'outil. Le profil général de l'ouvrage est marqué par un resserrement central qui correspond à la limite entre les deux techniques utilisées, renvoyant à deux phases de creusement dont on ne connait pas la chronologie relative. On peut simplement indiquer grâce à la direction des traces d'outils et à la forme de la couronne* que la partie haute a été ouverte en direction du nord alors que la partie basse l'a été vers le sud. Enfin, on note que la partie inférieure est verticale avec une largeur régulière de 0,6 m alors que la partie supérieure est légèrement oblique et sa largeur varie entre 0,22 et 0,47 m. Cela correspond au pendage du filon qui a été suivi de près, dont on voit la trace en couronne*.

a. Travaux sur plusieurs niveaux et dans plusieurs directions, avec une cloison stérile, au feu et à l'outil.

b. Aspect labyrinthique des travaux au centre du réseau, angulaires ou ovoïdes, au feu et à l'outil, dans toutes les directions et sur plusieurs niveaux (cliché J.-M. Fabre).



c. Galerie angulaire exploitée à l'outil sur deux étages.

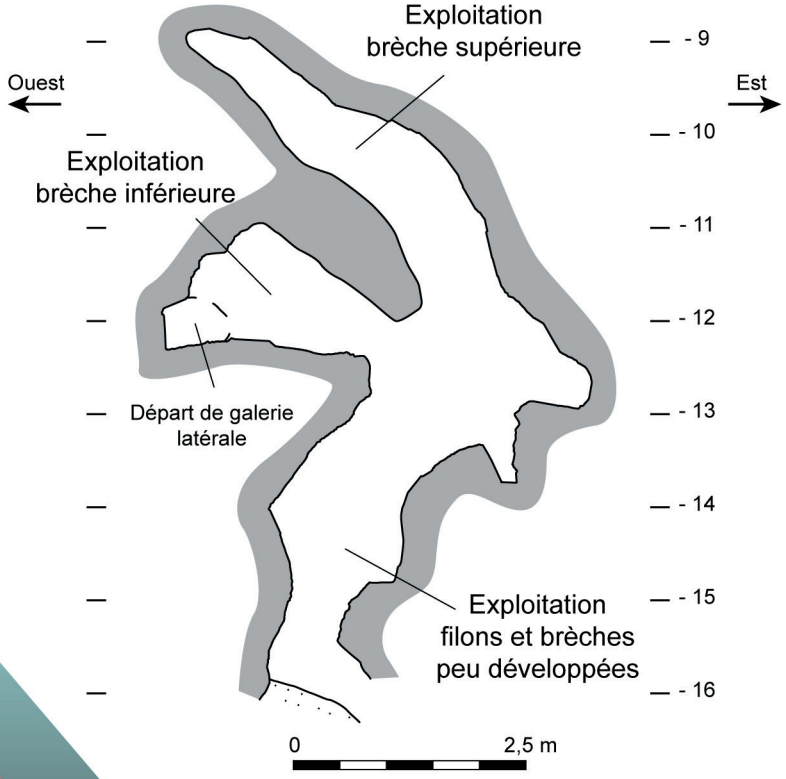


d. Galerie ovoïde exploitée au feu sur trois étages (cliché G. Munteanu).

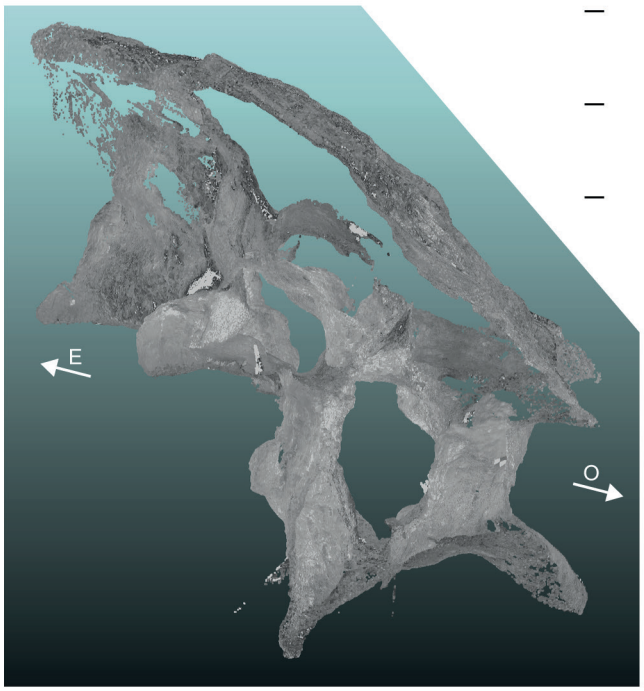
Fig. 97. Le Goutil Ouest, les techniques d'abattage pour les ouvrages de petit gabarit. *E. Meunier 2022*

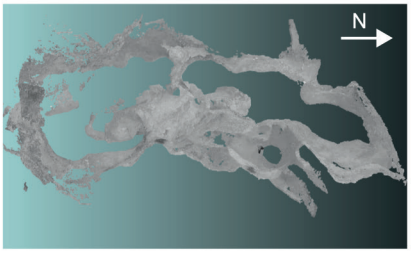
e. Chantier formé par de multiples creusements, vu vers le sud-est. Des pans de roche stérile (au centre) ont été laissés en place lors d'une première étape puis percés.

f. Vue du même chantier vers le sud. On observe également les élargissements à différents niveaux et les parois percées.



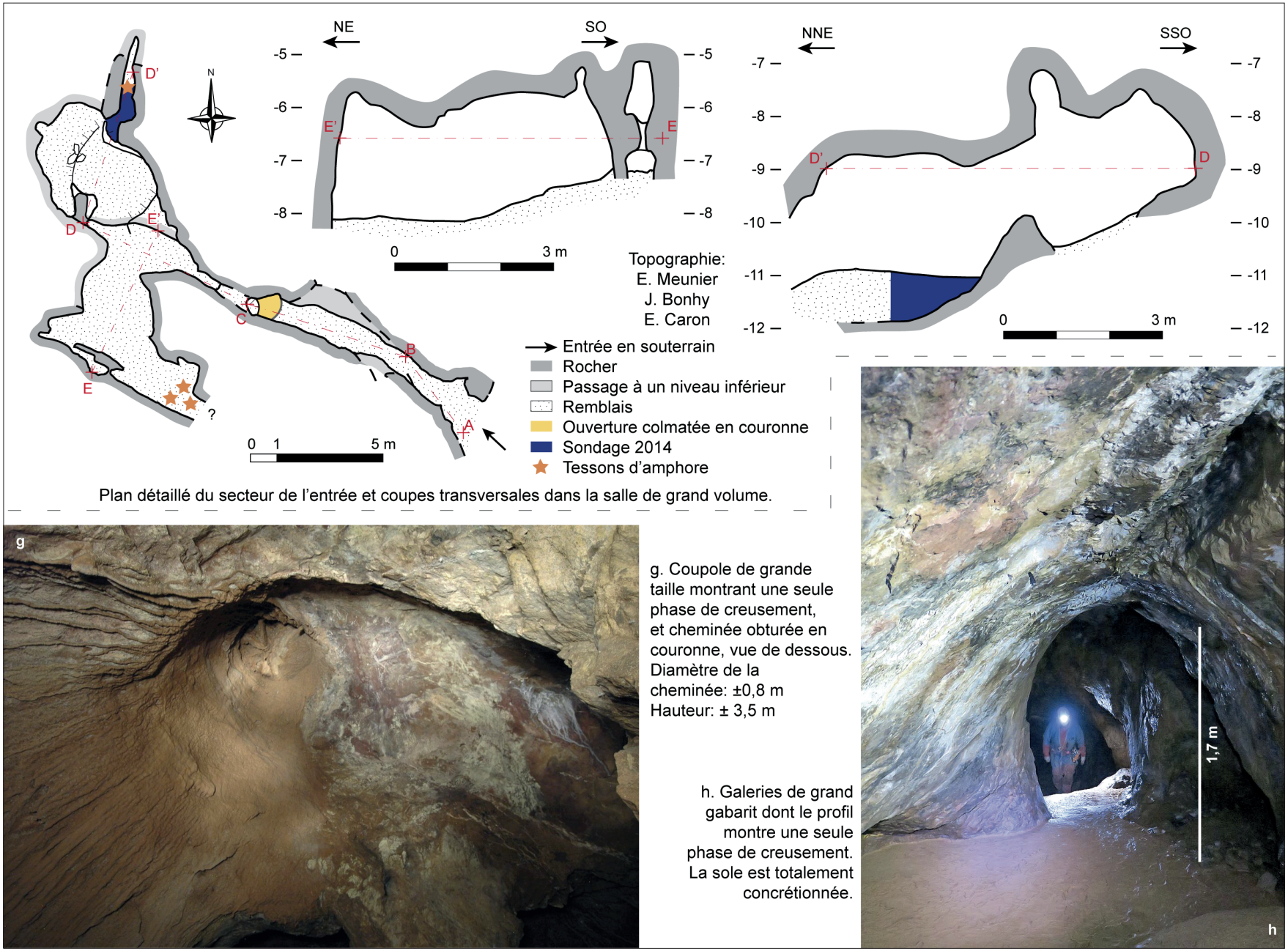
Coupe réalisée dans la partie centrale du chantier. Les différents volumes correspondent aux différentes structures minéralisées exploitées.





Nuage de points partiel du levé au scanner 3D, montrant les différents creusements qui composent le chantier, en section à gauche et en plan à droite (traitement 3D: F. Baleux ; export des vues E. Meunier).

Fig. 98. Grand chantier résultant de plusieurs creusements de petit gabarit au nord du Goutil Ouest. *E. Meunier 2022*



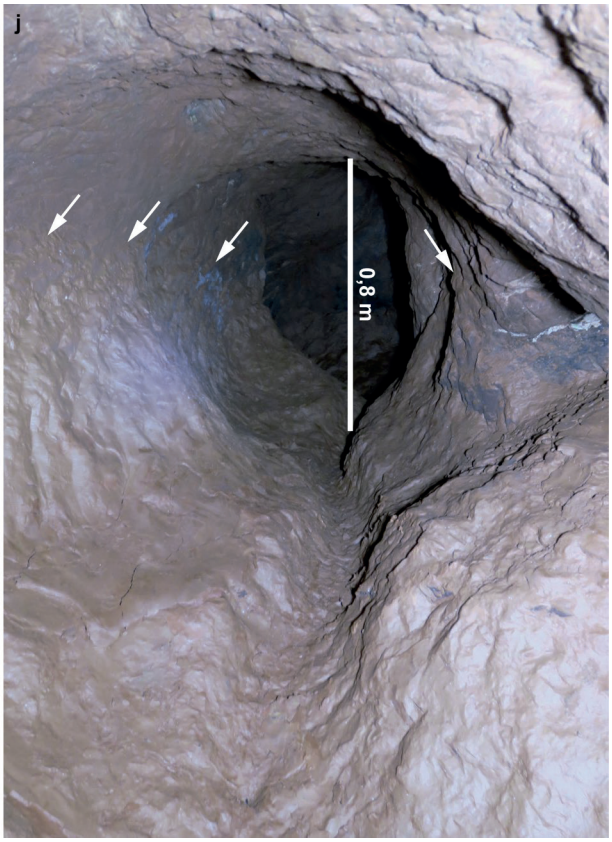
Plan détaillé du secteur de l'entrée et coupes transversales dans la salle de grand volume.

g. Coupole de grande taille montrant une seule phase de creusement, et cheminée obturée en couronne, vue de dessous. Diamètre de la cheminée: ±0,8 m Hauteur: ± 3,5 m

h. Galeries de grand gabarit dont le profil montre une seule phase de creusement. La sole est totalement concrétionnée.

Fig. 99. Le Goutil Ouest, ouvrages de grand gabarit à creusement unique. *E. Meunier 2022*

i. Encoches de boisage quadrangulaires. Une autre paire d'encoche leur fait face sur la paroi opposée. Largeur à la base: 10 cm



j. Canal d'exhaure creusé à la sole d'une galerie. Les flèches indiquent la hauteur maximale de la boue.

Fig. 100. Le Goutil Ouest, encoches de boisage et canal d'exhaure. *E. Meunier 2018*

Les déblais piégés au niveau inférieur du chantier sont stratifiés ; cinq US ont été enregistrées (**tabl. 13** et **fig. 101**).

N° US	Type d'US	Interprétation	Pour datation
US 1	Remblai	Espace de stockage	1 panse d'amphore
US 2	Résidus d'abattage au feu	Activité proche	Charbons
US 3	Résidus d'abattage au feu	Activité proche	-
US 4	Remblai	Espace de stockage	-
US 5	Résidus d'abattage à l'outil	Activité locale	-
US 6	Négatif partie haute	Creusement	-
US 7	Négatif partie basse	Creusement	-

Tabl. 13. US du sondage du Goutil Ouest.

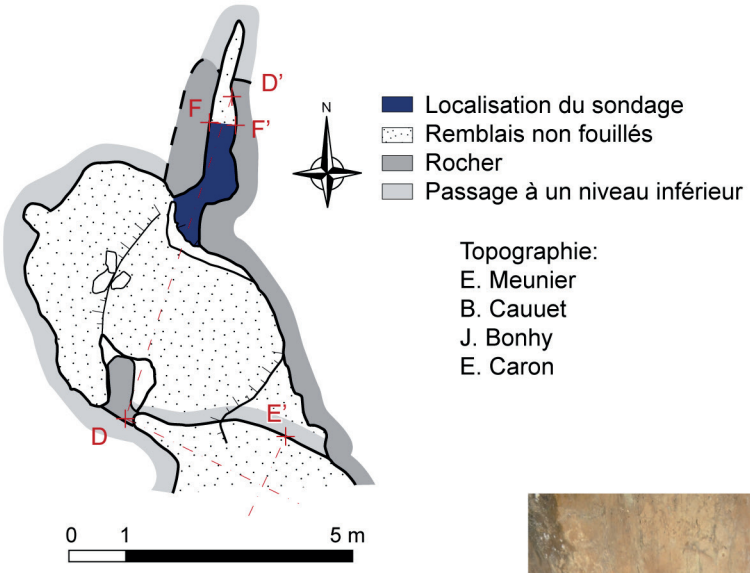
Ce comblement révèle au moins deux phases. Tout d'abord, l'US 5, sur la sole*, correspond à une phase d'activité sur place. Les graviers dont elle est composée doivent être des résidus de l'abattage à l'outil et les quelques charbons résulter des modes d'éclairage. La petite proportion d'argile contenue dans l'US 5 nous montre que le chantier a pu rester ouvert un certain temps, permettant une petite sédimentation. Ensuite, l'espace laissé libre a été utilisé pour stocker des déblais. Les remblais des US 4 et 1 ainsi que les résidus d'abattage au feu des US 3 et 2 montrent que ce petit chantier n'est plus utilisé que comme espace de stockage. Il faudrait ajouter deux phases de creusement antérieures pour les parties hautes et basses du chantier, mais on ne sait pas dans quel ordre (**fig. 101**).

Le manque d'expérience au moment de la réalisation de ce sondage dans l'interprétation du type de remplissage a conduit à choisir des charbons pour la datation qui s'avèrent ne pas être les plus judicieux. L'US 2 dont ils proviennent correspond certes à une phase d'activité proche, mais que l'on ne peut pas localiser précisément. Des charbons de l'US 5 auraient permis de caractériser la phase de creusement à l'outil de la partie basse. L'orientation des recherches sur les autres sites à partir de 2015 et jusqu'à l'été 2017 a fait que ces éléments n'ont pas été repris.

La datation obtenue sur le charbon de l'US 2 nous situe à la période médiévale, au XIVe siècle[6] (**fig. 102**). Cela correspond à la datation obtenue par C. Dubois pour l'extrémité sud du réseau (Dubois 1996, 39)[7] et est cohérent avec des tessons de

6 Datation ETH-55853 : 622 ±27 BP soit 1293-1333 et 1336-1398 cal AD. Branchette d'aulne de 4 cernes avec écorce. Identification V. Py (Géode).

7 Datation Gif-8926 : 520 ±50 BP, effectuée sur branchette de hêtre de 7 à 8 cernes. Identification C. Dubois.

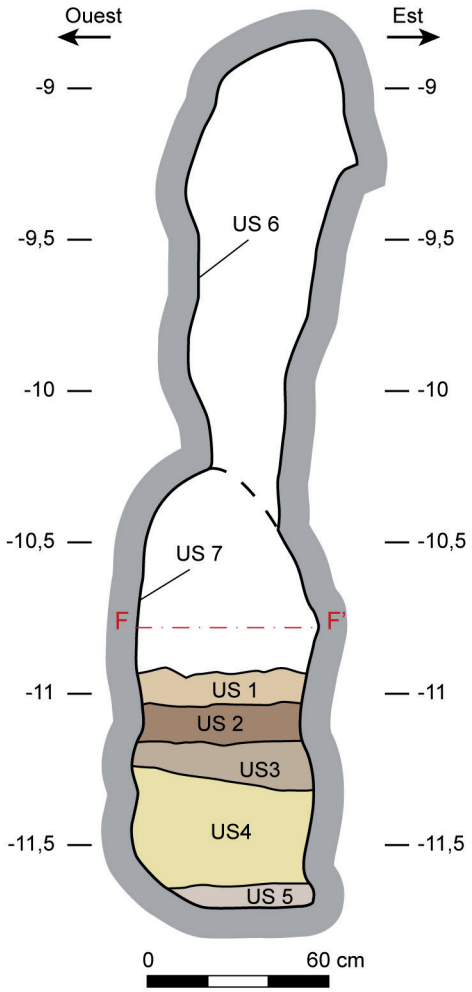


Localisation du sondage
Remblais non fouillés
Rocher
Passage à un niveau inférieur

Topographie:
E. Meunier
B. Cauuet
J. Bonhy
E. Caron

Phase 4	US 1 / US 2 / US 3 / US 4
Phase 3	US 5
Phases 1/2	US 403 — US 409

Diagramme stratigraphique



Vue générale du chantier après fouille, vers le nord (cliché B. Cauuet). On distingue les traces d'outil au premier plan dans la partie basse du chantier et le profil lisse de la partie supérieure.

Fig. 101. Sondage dans le réseau du Goutil Ouest. *E. Meunier 2022*

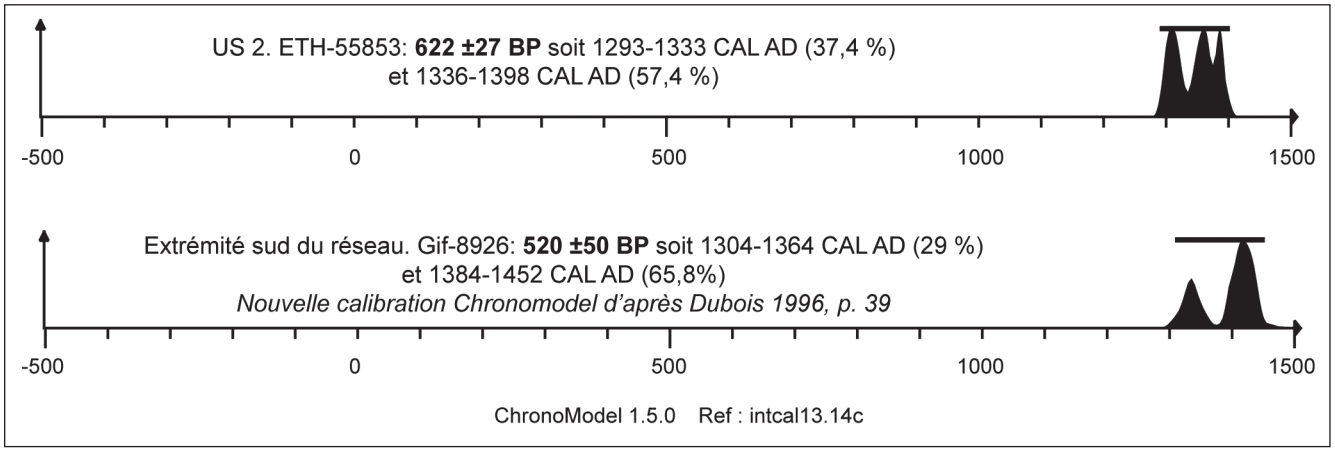


Fig. 102. Datations radiocarbone du Goutil Ouest. *E. Meunier 2018*

céramique vernissée localisés à la surface des remblais en plusieurs points des travaux, notamment dans le chantier nord présenté à la figure 98 (**tabl. 14**). La datation réalisée en 1992 a été faite sur des charbons résiduels de l'abattage au feu, prélevés pour identification anthracologique. Le profil particulier de ce secteur et sa position très éloignée du jour indiquent qu'il ne s'agit pas du démarrage de l'exploitation et qu'il faut y voir plus probablement une reprise. Les déblais de l'US 2 correspondent à cette même phase de reprise, sans doute à associer avec les travaux de grand volume de ce secteur de la mine (**fig. 95**). Le tesson de panse d'amphore sur le dessus du remblai US 1 a été remobilisé et ne donne pas d'indication sur le creusement du chantier.

Pour la ou les phases antérieures à la période médiévale, on dispose de l'indication donnée par des tessons de panse d'amphores italiques (non ramassés) qui sont nombreux à être mêlés aux remblais à proximité de l'entrée, en plus de celui identifié à la surface du sondage (**tabl. 14**). Cela nous indique une activité au Ier siècle av. n. è., tout comme dans le réseau Est, ce qui est assez logique. L'état des recherches ne permet pas d'être plus précis sur l'ampleur de l'activité à cette période. Un démarrage antérieur n'est pas exclu non plus, les deux datations et le mobilier de surface étant largement insuffisants pour caractériser vraiment la chronologie de cette mine.

Les données de surface

Le relief autour de la mine du Goutil est peu prononcé et donc favorable à des installations, que ce soit pour l'habitat des mineurs ou des ateliers. Cinq sondages avaient été ouverts au nord de cette mine par C. Dubois et nous avons pu réaliser une prospection géophysique dans la parcelle située de l'autre côté de la route (**fig. 86**, en vert). La prospection géophysique, par mesure de la résistivité électrique et de la susceptibilité magnétique, n'a rien révélé qui puisse être mis en relation avec des structures archéologiques (Meunier 2015, 20-21). L'ancien exploitant de la parcelle nous avait pourtant signalé ses récoltes fréquentes de fragments d'amphores dans ce champ de pommes de terre. Sur les cinq sondages réalisés par C. Dubois, le 1, le 3 et le 4 n'ont livré que des couches de haldes* et de remblais, témoignant de l'exploitation au feu dans la mine proche. L'épaisseur du comblement sédimentaire dans les sondages 3 et 4, dépassant les 3 m, montre l'évolution importante de la topographie entre la période de fonctionnement des mines et aujourd'hui (Dubois & Métailié 1991, 49-53 ; Dubois & Métailié 1992, 35-36 et fig. 17). Plusieurs des niveaux de remblais étaient porteurs de mobilier (**tabl. 14**). La sphère domestique est représentée par des amphores, de la céramique commune et campanienne et des tuiles. Des scories de fer et une scorie cuivreuse témoignent d'une activité de forge, très probablement destinée à subvenir aux besoins de la mine, et du traitement sur place du minerai du cuivre (Dubois *et al*. 1997, 205).

Les sondages 2 et 5 ont conduit chacun à la mise au jour d'une fosse (Dubois & Métailié 1992, 36-39 et fig. 18 à 25). Dans le sondage 2 (**fig. 103**), la fosse est ouverte dans le terrain argileux naturel, et scellée par une fine couche argileuse (US 5) avant d'être recouverte de remblais et de haldes* (US 2 à 3). Son comblement (US 6) renferme des petites scories cuivreuses et des fragments de paroi scorifiées, 4 clous et de nombreux tessons de céramiques variées et d'amphores. L'US 5, épaisse de 5 à 10 cm et horizontale, pourrait s'apparenter à un épandage marquant un niveau de sol. Hormis les tessons d'amphores, cette US a également livré des tessons de céramique commune non tournée. Les haldes* que l'on rencontre au-dessus contenaient également des amphores Dr 1A et de la céramique commune, accompagnées en haut de la stratigraphie par des tessons de céramique vernissée. Le fond d'une structure circulaire de

Catégorie	Type	NR	Commentaire
Amphore	Italique	-	Réseau Ouest : sondage-US 1 et remblais ; Réseau Est : remblais ; Labours.
Amphore	Indéterminé	8	Sondage 1, US 2.
Céramique	Vernissée	-	Réseau Ouest : remblais ; Sondage 2, US 2.
Céramique commune	Mortier	1	Réseau Est : remblais.
Amphore	Dr 1A	-	Réseau Est : remblais ; Sondage 1, US 1, 2 et 3 ; sondage 2, US 2, 3, 4, 5 et 6 ; sondages 3 et 4, US 2 ; sondage 5, US 2 et 4.
Amphore	Dr 1A	1	Réseau Est : remblais. Marque ASO (**fig. 105**, **n° 1**).
Céramique commune	Cuisson réductrice, tournée	> 130	Réseau Est : remblais ; Sondage 1, US 2 ; Sondage 2, US 6 (**fig. 105, n° 2**) ; Sondage 5, US 2 et 4.
Céramique commune	Cuisson réductrice, non tournée	> 51	Sondage 2, US 5 et 6 ; Sondage 5, US 2.
Campanienne	Indéterminé	3	Labours ; Sondage 1, US 2 ; Sondage 2, US 6.
Céramique ampuritaine	Gobelet gris	2	Sondage 2, US 6.
Céramique commune	Cuisson oxydante à engobe blanc	2	Sondage 2, US 6 ; Sondage 5, US 2.
Céramique commune	Pâte claire	2	Sondage 5, US 2.
TCA	Tuile *imbrex*	> 1	Sondage 1, US 2.
Scorie	Réduction et forge	-	Sondage 1, US 1et 2.
Scorie	Cuivreuse	1	Sondage 1, US 2 ; sondage 2, US 6.
Métal	Pic en fer	1	Sondage 5, US 2 (**fig. 105, n° 3**).
Métal	Coin en fer	1	Sondage 5, US 2 (**fig. 105, n° 4**).
Faune	Os et dents	> 23	Sondage 1, US 2 ; Sondage 2, US 6 ; Sondage 5, US 2.

Tabl. 14. Inventaire synthétique du mobilier du Goutil incluant les données de Dubois & Métailié 1991 (sondage 1 à sondage 5). NR : nombre de restes.

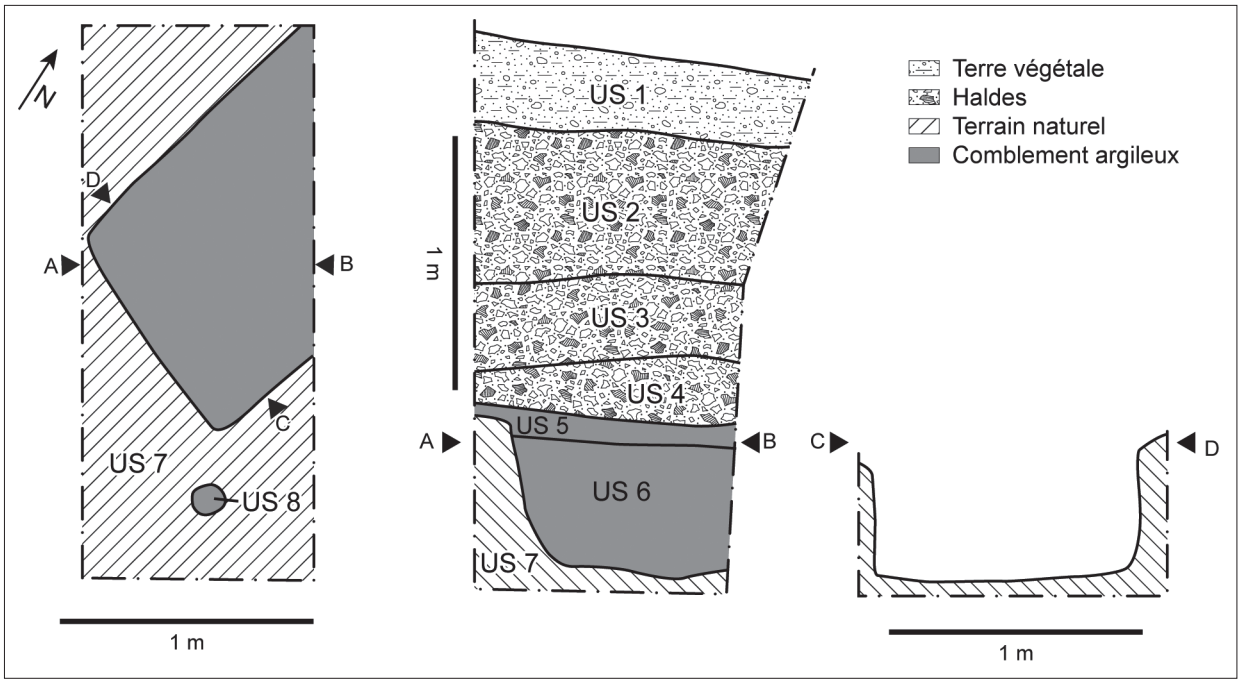


Fig. 103. Sondage de surface n° 2, Le Goutil (d'après Dubois & Métailié 1992, fig. 18). *E. Meunier 2018*

10 cm de diamètre a été identifié dans le substrat, au sud de la fosse (US 8).

Dans le sondage 5 (**fig. 104**), la fosse s'ouvre dans des niveaux de remblai ou de sédimentation argileuse et atteint sur le fond le terrain naturel. Son bord était délimité par des blocs disposés grossièrement. Elle est comblée par une argile brune compacte renfermant de la céramique commune, des tessons de Dr 1A et un petit morceau de scorie coulée (US 4). Le remblai recoupé par cette fosse (US 3) n'a pas livré de mobilier. Le second niveau de remblai (US 2), qui recouvre la fosse, contenait pour sa part de nombreux tessons de Dr 1A et différents types de céramique commune, ainsi qu'un pic et un coin de mineurs, en fer (**fig. 105, 3** et **4**). Leur position au sommet de la stratigraphie, dans une US de remblai, ne permet malheureusement pas de préciser leur chronologie, mais témoigne du travail à l'outil observé dans les réseaux.

Ces éléments ne permettent pas de restituer précisément l'occupation de l'espace autour des mines. La chronologie donnée par le mobilier couvre le Ier siècle av. n. è. et pourrait remonter à la fin du IIe siècle av. n. è. selon les tessons de campanienne et d'amphore Dr 1A. Toutefois, un bord de jatte à double sillon externe en céramique commune provenant de la fosse du sondage 2 (US 6, **fig. 105, 2**) daterait quant à lui de la seconde moitié du Ier siècle av. n. è. (Dubois & Métailié 1992, 37). L'association de ce mobilier avec les haldes* confirme une phase d'exploitation de la mine à cette période, comme on pouvait le supposer avec le mobilier récolté dans les réseaux. Il indique aussi par son type la présence d'un habitat pour les mineurs dans les environs immédiats, sans que l'on puisse pour le moment préciser son emplacement. Les scories confirment quant à elles que le traitement du cuivre se faisait sur place pour la phase d'exploitation tardo-républicaine, et qu'une forge accompagnait le travail des mineurs. Là encore, les deux fosses mises au jour ne permettent pas de localiser ces structures avec précision, bien que les scories cuivreuses de la fosse du sondage 2 inciteraient à restituer un atelier dans un rayon très proche.

Le site du Goutil est donc un site complexe, qui associait pour la période tardo-républicaine mine, atelier et habitat. Il est très proche du réseau des Atiels, avec lequel il formait peut-être une seule unité, mais les données actuelles ne permettent pas de l'assurer. Les réseaux souterrains du Goutil sont les chantiers anciens encore accessibles les plus étendus du district. Ce sont aussi les moins bien connus en termes de chronologie, du fait de leur complexité, liée à la nature du gisement qui associe brèches* et filons sur plusieurs étages. La sédimentation importante entre les deux réseaux permettrait, avec des travaux d'envergure, de dégager des niveaux anciens sur une surface étendue et d'améliorer notre connaissance de l'organisation de l'exploitation. Le potentiel d'étude de ce site est loin d'être épuisé.

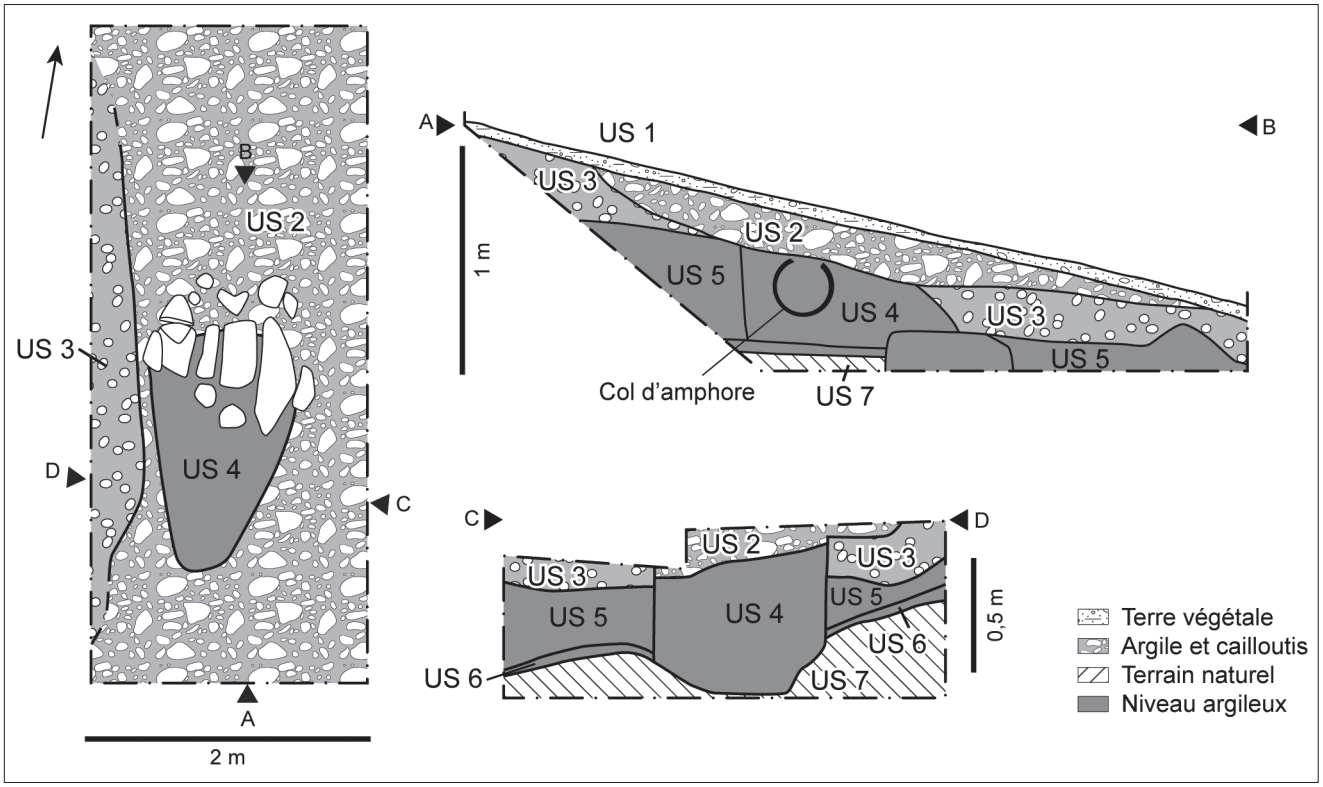
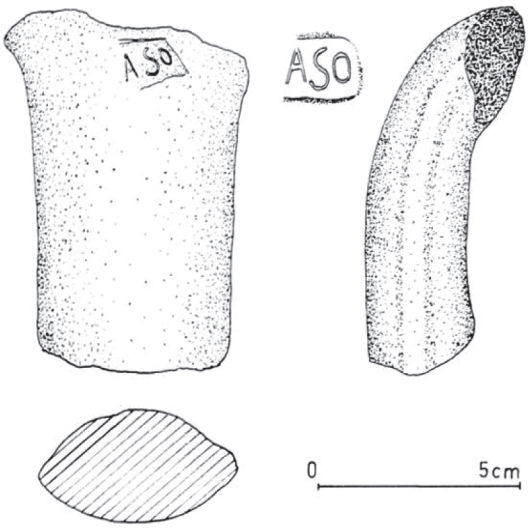
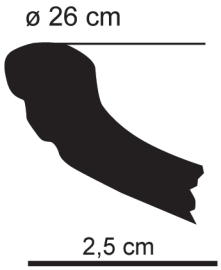


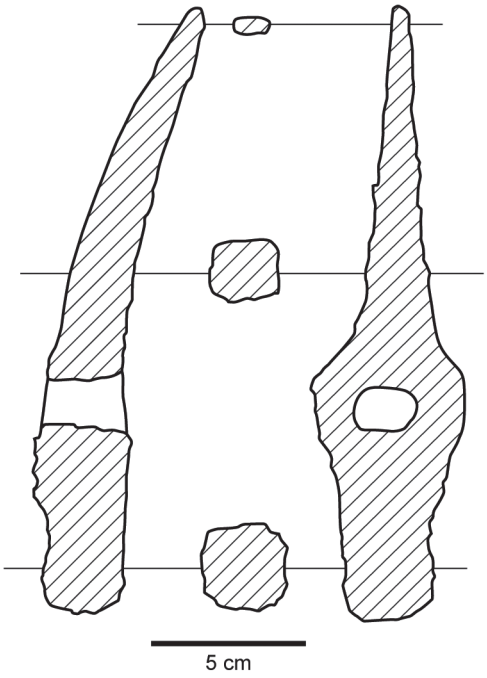
Fig. 104. Sondage de surface n° 5, Le Goutil (d'après Dubois & Métailié 1992, fig. 22). *E. Meunier 2018*



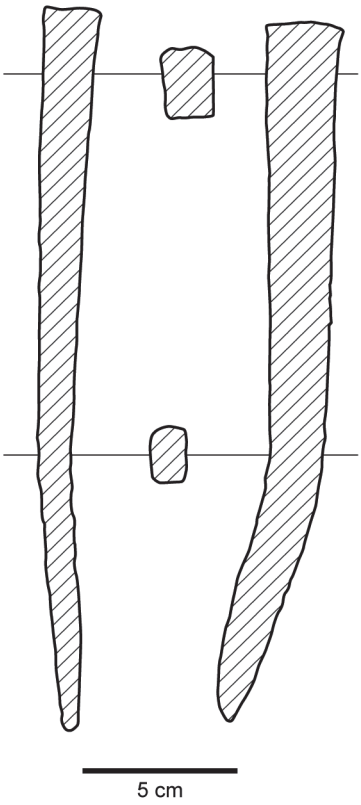
1. Réseau Est, sur remblais.
Anse d'amphore Dressel 1A avec marque ASO
(Guilbaut 1981, fig. 9)



2. Sondage 2, US 6
Céramique commune à cuisson réductrice
Jatte à double sillon externe
(Dubois & Métailié 1992, fig. 21-7)



3. Sondage 5, US 2
Pic en fer
(Dubois & Métailié 1992, fig. 24)



4. Sondage 5, US 2
Coin en fer
(Dubois & Métailié 1992, fig. 25)

Fig. 105. Dessin du mobilier remarquable du Goutil. *E. Meunier 2018*

Mine d'Hautech (Larbont)

Le site d'Hautech est l'un des plus étendus du district (**fig. 106**). Dix-sept vestiges miniers y sont répartis sur un espace de 200 m nord-sud pour 150 m est-ouest, entre 510 et 590 m d'altitude. Ils se trouvent à 500 m à l'ouest des travaux de La Tuilerie présentés plus bas (chapitre 4, p. 184). Une zone sans doute exploitée, mais perturbée par les plantations de pins, se situe entre ces deux ensembles. Cinq ouvrages miniers sont encore accessibles en souterrain, les autres sont comblés. Les références anciennes à ce site sont rares malgré l'étendue des vestiges. Elles se limitent à des mentions de vieux travaux. Les archives géologiques ne sont guère plus précises, aucune reprise récente n'ayant eu lieu sur place (Bertraneu 1958, 6). Les travaux de thèse de B. Fournier-Angot signalent tout de même des grattages pour l'exploitation de la barytine qui pourraient dater du début du XXe siècle (Fournier-Angot 1983, 167).

Deux contextes géologiques sont signalés sur ce site. Le premier, décrit à partir du chantier HAU3, correspond à une fracture minéralisée en cuivres gris à gangue* de quartz et barytine en proportions variables. L'encaissant est une dolomie bleu-gris dévonienne inférieure ou moyenne, près du contact avec les terrains plus récents (Fournier-Angot 1983, 167). Le second contexte, décrit pour le chantier HAU9, correspond à un encaissant plus récent, la dolomie du Muschelkalk, renfermant une minéralisation interstratifiée (Dubois & Guilbaut 1982, 109). L'absence d'étude géologique d'ensemble ne permet pas de préciser où se trouverait la limite entre ces deux contextes.

Les premières prospections réalisées sur ce site n'avaient conduit à l'identification que de deux chantiers, correspondant à HAU9 et HAU3 sur la numérotation actuelle (Dubois & Guilbaut 1982, 108-111). Les travaux de 1991, en collaboration avec des spéléologues, ont permis d'approfondir la connaissance de ce site (Dubois & Métailié 1991, 26-45). Des ouvrages remblayés, non décrits individuellement, sont alors

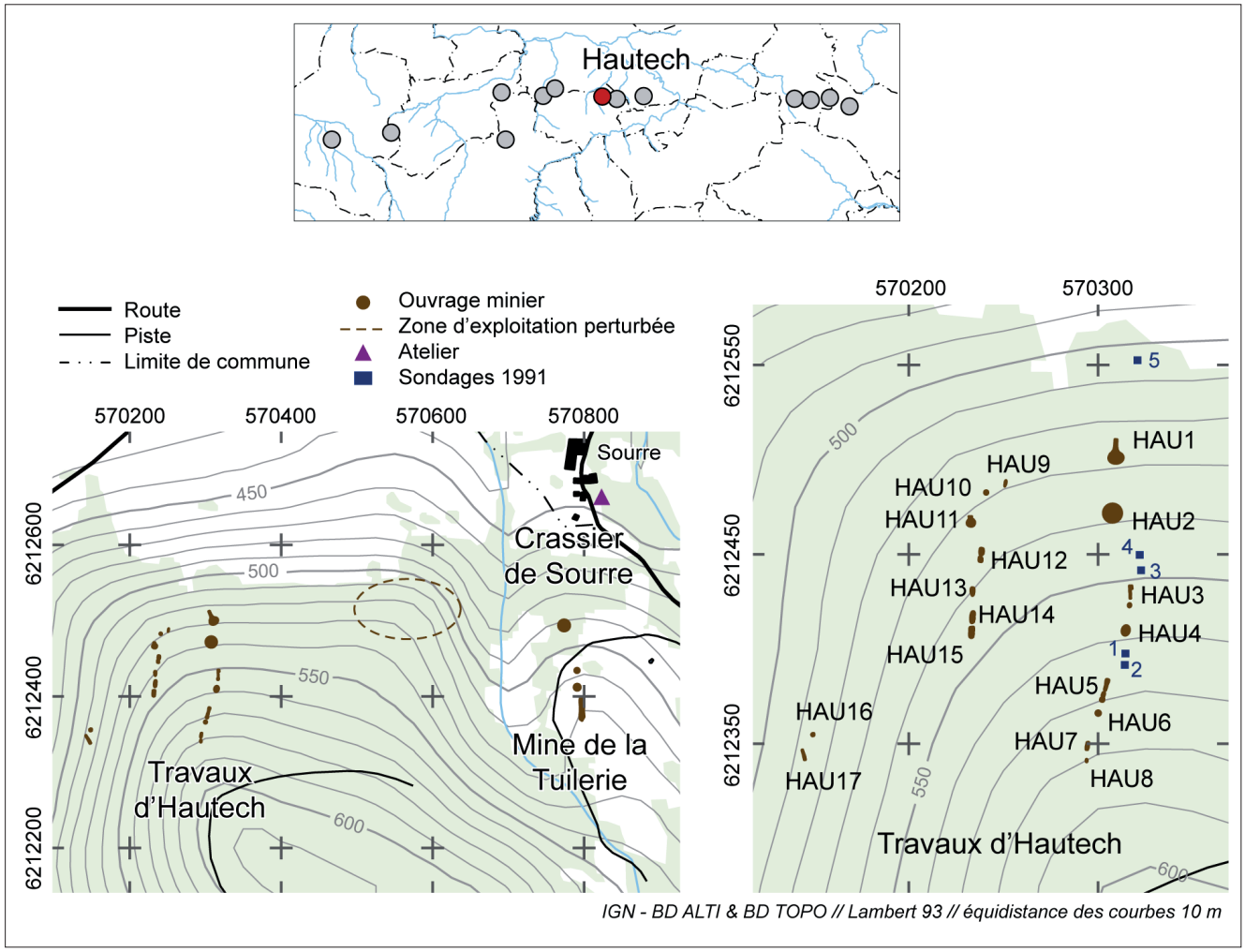


Fig. 106. Localisation des travaux d'Hautech (Larbont). *E. Meunier 2022*

signalés et un chantier vertical de grande envergure a pu être exploré après équipement spéléologique (HAU5 actuel). Les deux ouvrages isolés au sud-ouest (correspondant à HAU16 et HAU17) sont également décrits dans le rapport de cette campagne. Cinq sondages ont été réalisés à l'extérieur des travaux, en 1991 également.

Une prospection systématique du versant en 2014 a permis de dresser un nouveau plan des vestiges miniers grâce à des relevés au GPS. Ensuite, les chantiers HAU9, HAU5 et HAU16 ont été explorés plus en détail, et un sondage a été réalisé dans la mine HAU9. Les observations dans les chantiers HAU5 et HAU16 ont été rendues possibles grâce à l'accompagnement des spéléologues du club de l'Arize[8], qui se sont chargés de rééquiper le premier site et de sécuriser l'accès à la partie profonde du second.

Présentation d'ensemble des travaux

Les ouvrages miniers sont répartis suivant trois corps de minéralisation principaux (**fig. 106**, à droite). Le premier, à l'est, a donné lieu à huit ouvrages distribués sur près de 200 m nord-sud. Le deuxième correspond aux chantiers HAU9 à HAU15, échelonnés sur une centaine de mètres nord-sud. Enfin, les mines HAU16 et HAU17, distantes d'une dizaine de mètres en surface, communiquent en souterrain et ont exploité ce qui constitue le troisième corps de minéralisation. La végétation abondante autour de ces travaux a parfois empêché de les photographier.

Les chantiers miniers ont attaqué la minéralisation depuis l'affleurement, par le biais de petites fosses, de puits ou de tranchées qui ont été approfondis. L'usage du feu semble être largement majoritaire sur les parois observables des différents ouvrages. Il faut tout de même signaler que les concrétions de calcite sont très fréquentes et limitent les observations sur bon nombre de parois. À l'exception des fosses HAU14 et HAU15, de plan rectangulaire (1,8 × 3 m), les autres fosses sont circulaires ou elliptiques (HAU2, HAU4, HAU8, HAU11, HAU13). Leur taille oscille entre 2 et 5 m de diamètre, la fosse HAU2 étant la seule à atteindre 10 m de diamètre (**fig. 107, a**). Une autre d'entre elles pourrait correspondre à une tête de puits bouchée (HAU6, diamètre 2 m). L'exemple de la fosse marquant l'emplacement de la mine HAU10 montre toutefois que ces petites entrées circulaires peuvent correspondre au départ de chantiers inclinés (ici accessibles sur 5,2 m de profondeur pour 35° d'inclinaison). Le chantier HAU12 est composé de deux fosses comblées séparées par un pilier central qui doivent communiquer en souterrain (**fig. 107, b**). Cette configuration se retrouve dans le chantier HAU5, où l'on trouve deux têtes de puits circulaires séparées par un pilier résiduel dans le prolongement de la tranchée qui sert d'accès aujourd'hui (**fig. 107, c**).

Les chantiers HAU3 et HAU7 se présentent sous la forme d'une tranchée. Celle du chantier HAU7 (L = 4 m ; l = 1,8 m max.) est comblée, mais on devine un prolongement en souterrain avec la partie supérieure d'une galerie visible juste au niveau du comblement (**fig. 108, b**). Pour HAU3, la tranchée a été approfondie et élargie, et elle communique vers le sud avec un puits obturé (**fig. 108**, photo a et relevés). Un front de taille* suspendu témoigne des premières phases de l'exploitation de ce chantier, qui se sont, de fait, déroulées majoritairement à ciel ouvert. Une série de trois encoches quadrangulaires est visible sur le parement ouest, entre 0,6 et 1,9 m de hauteur par rapport au sol actuel. Il s'agit probablement des négatifs d'un système de boisage, qui ne peut être restitué dans l'état actuel des connaissances (**fig. 108, a**). La sole* des travaux n'est pas visible sous les remblais et la végétation ; l'exploitation pourrait se poursuivre en profondeur. Le chantier HAU17 a également été exploité sous forme de tranchée, longue (> 15 m) et étroite (0,8 à 1,2 m). Sa profondeur totale n'est pas connue, car elle est remblayée et envahie de végétation (**fig. 108, c**).

Les mines HAU9 et HAU16 correspondent à des chantiers dont l'inclinaison est visible dès l'ouverture à flanc de versant. Le chantier HAU9, qui a fait l'objet d'un sondage, sera présenté en détail plus bas. Le chantier HAU16, souvent complètement noyé, a pu être exploré et photographié en 2017. Un relevé partiel du cheminement topographique permet d'en préciser les dimensions (**fig. 109**, en haut). Cet ouvrage se développe sur plusieurs étages et est accessible jusqu'à une profondeur de 5 m vers le nord et 11,5 m vers le sud. Le chantier a été foncé principalement en suivant l'inclinaison de la minéralisation (**fig. 109, a** et **d**), mais une petite salle voûtée à 4 m de profondeur vers le sud montre une autre façon de conduire les travaux (**fig. 109, b**). Une seconde salle au profil globalement incliné, qui constitue la limite du secteur accessible au sud, pourrait correspondre à un élargissement des travaux (**fig. 109, c**). Cette salle communiquait au sud-ouest avec la partie profonde de la tranchée HAU17, actuellement colmatée (contact sonore entre les deux ouvrages à travers le remblai). Les travaux se poursuivent vers le nord sur une profondeur inconnue du fait du comblement et de l'ennoyage des travaux (**fig. 109, d**). Les parties visibles des parois ne présentent pas de traces d'aménagements destinés à faciliter la circulation entre les différents niveaux. En surface, légèrement au sud des travaux HAU16 et HAU17, un fragment de lèvre d'amphore punique

8 Nicole Ravaïau, Jean Bayot, Léna Olivier, Pierette Courillon-Havy, Richard Lebas et Aurélie Rieunaud.

a. Fosse HAU2, contre le versant, vue vers le sud.

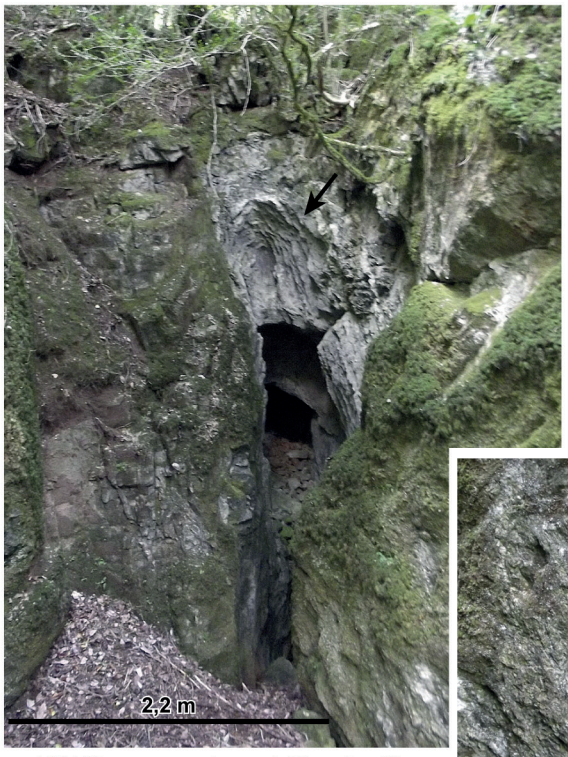
b. Fosse double HAU12, avec pilier central, vue vers le sud.

c. Double tête de puits du chantier HAU5, vue vers le sud.

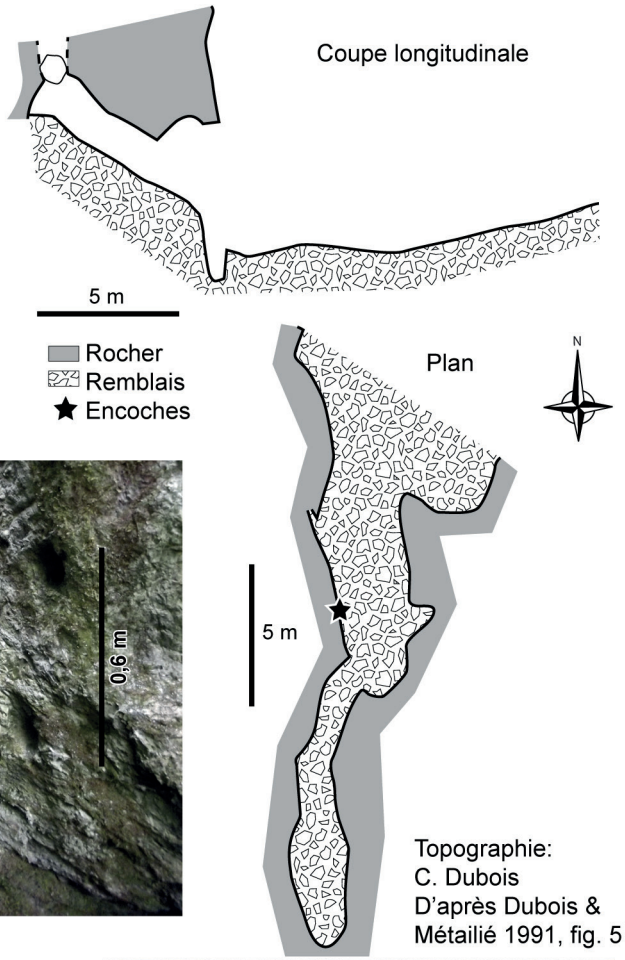
Fig. 107. Fosses simples ou doubles à Hautech. *E. Meunier 2018*

de type T-13.1.2.1 a été recueilli en prospection (**fig. 118, b**). Ce type d'amphore, provenant probablement de la région du détroit de Gibraltar, est daté entre le milieu du IVe et le milieu du IIIe siècle av. n. è. (Meunier & Luaces 2021, 197). Il s'agit d'un premier indice d'une exploitation de la mine d'Hautech pour ces périodes hautes et d'une indication précieuse concernant les réseaux de distribution auxquels les mineurs pouvaient avoir accès.

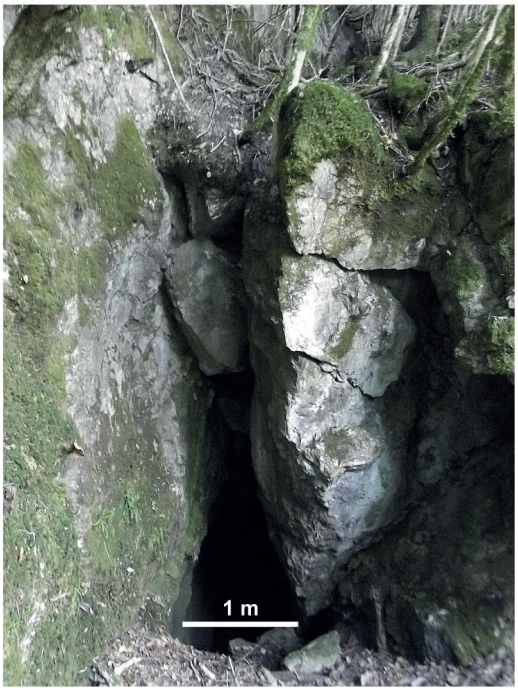
Enfin, le point HAU1 correspond à une large dépression à l'extrémité nord du premier corps minéralisé. Adossé au versant, cette dépression a une profondeur maximale de 1,5 m et se poursuit vers le nord par une tranchée peu marquée (**fig. 110**). Le fond de la fosse est tapissé de blocs stériles que l'on devine à travers la végétation. Le sondage 5 de 1991 a été implanté dans une halde* en contrebas de cet ouvrage.



a. HAU3, vue vers le sud. Un négatif d'étage d'exploitation est visible en hauteur (flèche). À droite, détail des encoches au parement ouest.

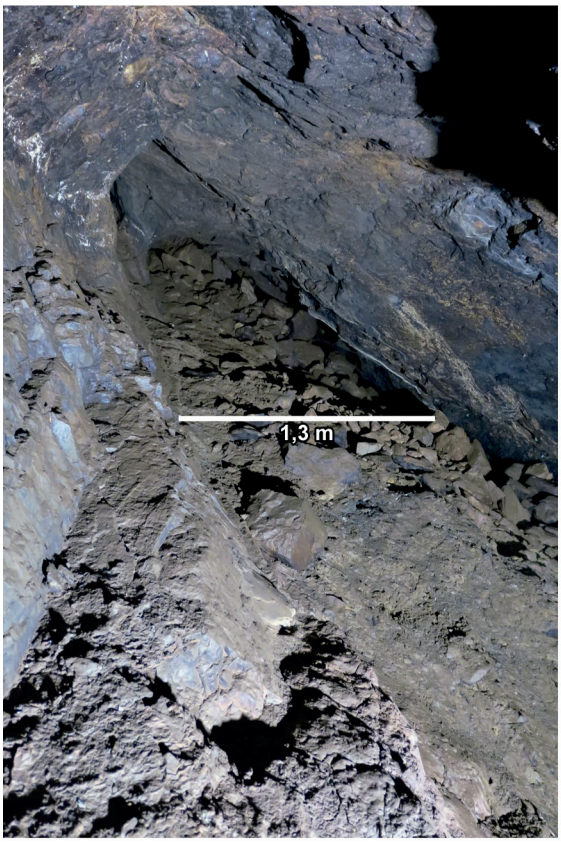


b. HAU7. Vue vers le sud. On distingue à l'arrière-plan le départ en souterrain bouché (fèche).

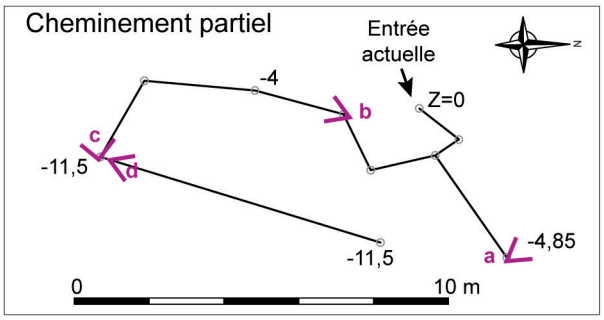


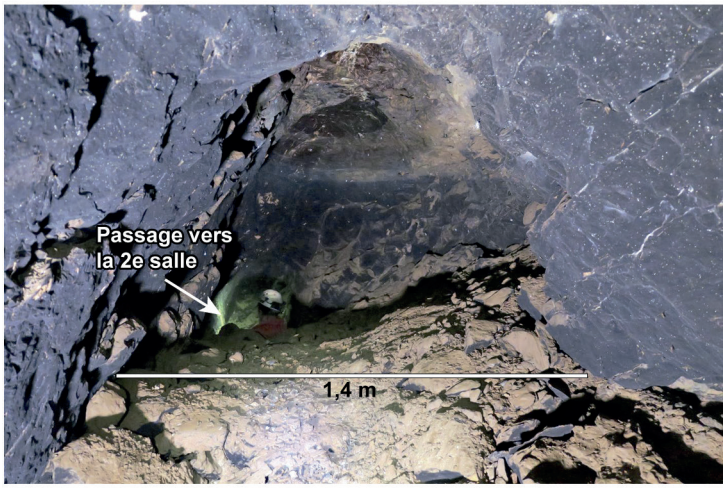
c. HAU17, vers le sud. Extrémité nord de la tranchée, où l'on a le contact sonore avec le chantier HAU16.

Fig. 108. Chantiers en tranchée du site d'Hautech. *E. Meunier 2018*



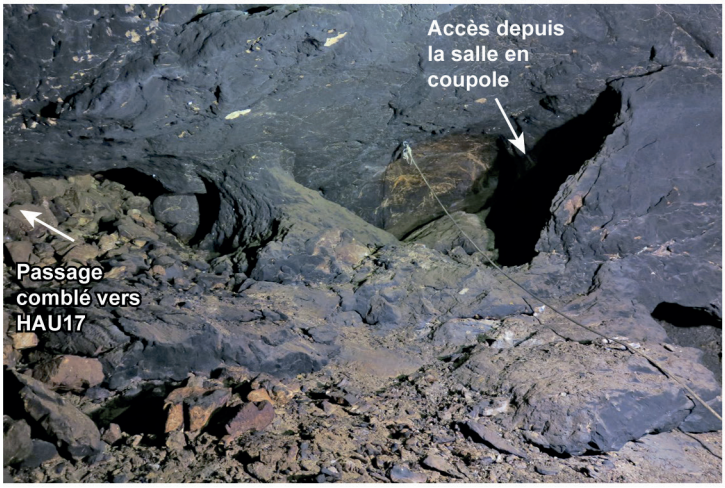
a. Vue du secteur nord des travaux, vers le nord. Chantier incliné remblayé, qui se pousuit vers le haut et le bas.





b. Vue de la petite salle en coupole, vers le sud.

c. Secteur noyé au fond des travaux, vers le nord.



d. Vue de la 2e salle, vers l'ouest et de bas en haut.

Fig. 109. Chantier incliné HAU16. *E. Meunier 2022*

Fig. 110. Dépression HAU1 prolongée par une tranchée peu marquée, vue vers le nord. *E. Meunier 2018*

Les prospections réalisées sur le versant n'ont pas permis de localiser d'emplacement pouvant correspondre à un habitat ou à un atelier. Le hameau de Sourre, qui abrite un crassier* de traitement du cuivre gris daté de la deuxième moitié du Ier siècle av. n. è. (Dubois *et al*. 1997, 207), pourrait être le lieu choisi par les mineurs pour s'installer. Les pentes raides autour des travaux ne sont pas spécialement propices à des aménagements. La prospection du seul champ labouré en contrebas n'a rien donné. Le sommet de la colline était occupé par une ferme aujourd'hui en ruine. Si des installations anciennes se trouvaient également sur ce point haut, aucune trace n'en est visible actuellement. Cependant, les tessons d'amphores italiques sont nombreux au sol, en particulier autour des mines HAU2, HAU3, HAU5 et HAU9, malgré la végétation. Une phase d'activité au Ier siècle av. n. è. avec une installation fixe à proximité est donc certaine (voir la synthèse du mobilier de ce site, **tabl. 16**).

Les sondages réalisés par C. Dubois n'ont pas livré de structure archéologique en place mais différents niveaux de remblais et de haldes* associés à du mobilier céramique (Dubois & Métailié 1991, 39-44). Le sondage 1 a livré un niveau de haldes* reconnaissable par la présence de blocs et écailles de dolomie associés à des charbons, reposant sur le substrat. Ces haldes* remplissaient également une petite fosse profonde de 0,5 m, creusée dans le substrat, non décrite. Le terrain naturel a été atteint à 1,6 m de profondeur. Des tessons d'amphore Dr 1A sont signalés dans la halde*, ainsi qu'un bord à bourrelet interne en céramique commune grise. Les sondages 2 et 3 présentent la même stratigraphie que le premier sondage, avec l'ajout d'un niveau argileux jaune mêlé à des blocs de dolomie entre la halde* et le terrain naturel. Leur profondeur est respectivement de 1,1 et 0,75 m. Les amphores Dr 1A sont encore présentes et un pied de lampe campanienne de type E de Ricci se trouvait dans les haldes* du sondage 2. Le sondage 4 n'a permis l'identification que d'une couche de terre brune sur 1 m de profondeur, avec fragments de barytine et traces de carbonates de cuivre. Le substrat n'a pas été atteint. Enfin, le sondage 5 livre une stratigraphie un peu plus développée dans laquelle alternent haldes* (US 2 et 7) et fines couches sableuses (US 3), parfois sous forme de lentilles (US 5 et 6). Une couche d'argile brune s'intercale entre les niveaux de haldes* (US 4). Le substrat n'a pas été atteint à 1,75 m de profondeur. Les haldes* supérieures livrent des Dr 1A et de la céramique commune noire à décor ondé incisé sur l'épaule, ainsi qu'une lèvre de céramique commune grise à bourrelet et un clou en fer. La couche d'argile (US 4) contenait une lèvre de Dr 1A et une des lentilles sableuses (US 5) en a livré plusieurs tessons ainsi qu'un pilon usé en granite. Aucun mobilier archéologique n'est répertorié dans la halde* inférieure (US 7).

C. Dubois propose de voir dans les US sableuses du sondage 5 des résidus de lavage du minerai, qui aurait été concassé sur place comme l'indique le pilon en granit. Le lavage aurait pu se faire grâce aux eaux de mine provenant d'une galerie d'exhaure* qui déboucherait au niveau de l'ouvrage HAU1, dans la tranchée qui se développe vers le nord. Cette hypothèse est séduisante, mais ne peut être confirmée pour le moment. Aucun écoulement d'eau n'est visible au niveau de cette tranchée ; une coupe transversale en sondage permettrait de vérifier cette possibilité.

Le chantier vertical HAU5

Ce chantier est le plus étendu de ceux qui sont accessibles à Hautech. Il s'agit d'un ouvrage subvertical praticable, après équipement spéléologique, sur près de 46 m de hauteur et 88 m de longueur, orienté nord-sud (**fig. 111**). La largeur varie entre 0,6 et 1,3 m. Plusieurs secteurs sont comblés et le fond des travaux est noyé (**fig. 112, c**). Les concrétions de calcite sont abondantes sur les parois (**fig. 112, a**) et à certains endroits à la sole*. Les nouvelles explorations de ce réseau ont conduit à modifier ponctuellement le relevé de la coupe longitudinale présenté en 1991 (Dubois & Métailié 1991, 36). La partie profonde, dont l'équipement spéléologique est encore partiel, a pu être parcourue sur 30 m de plus et l'extrémité des travaux n'est pas encore atteinte. Ils se développent toujours sur toute la hauteur depuis la surface et doivent rejoindre les entrées HAU6, HAU7 et HAU8 identifiées au sud dans le prolongement de l'accès HAU5.

Les entrées de cette mine sont constituées par une tranchée profonde (**fig. 112, a**) et deux puits circulaires dans son prolongement (**fig. 108, c**). Le profil des travaux montre que l'exploitation s'est faite par étages horizontaux, dont on retrouve les négatifs sur certains fronts de taille* (**fig. 112, b**). Des piliers de roche transversaux laissés en place jalonnent l'espace souterrain, formant parfois des petites plates-formes (**fig. 112, c**). Leur présence contribue au soutènement de l'ensemble et ils ont pu jouer un rôle dans la circulation entre les différents niveaux d'exploitation. Leur relevé partiel limite cependant les possibilités de restituer l'organisation des déplacements à l'intérieur de la mine. Des encoches de petite taille (5 × 6 cm pour 2 à 3 cm de profondeur) ont été observées en plusieurs endroits du réseau sur les parements. Les concrétions de calcite ne permettent pas toujours de savoir si d'autres encoches leur faisaient face, et elles n'ont pas été reportées sur les relevés. On peut cependant les associer à un système de boisage pour faciliter la circulation des mineurs ou le transport du minerai et des stériles à évacuer, comme l'avait proposé C. Dubois (Dubois & Métailié 1991, 44).

Sept galeries perpendiculaires ont été foncées à partir du chantier vertical, quatre vers l'est (**fig. 111**) et trois vers l'ouest. Celles qui se développent vers l'ouest ne dépassent pas un mètre de long, ce qui les apparente à des galeries de recherche. Le cas est le même pour la galerie qui s'ouvre à l'est à la cote -16,5 avec 1,5 m de longueur. Celle qui s'ouvre

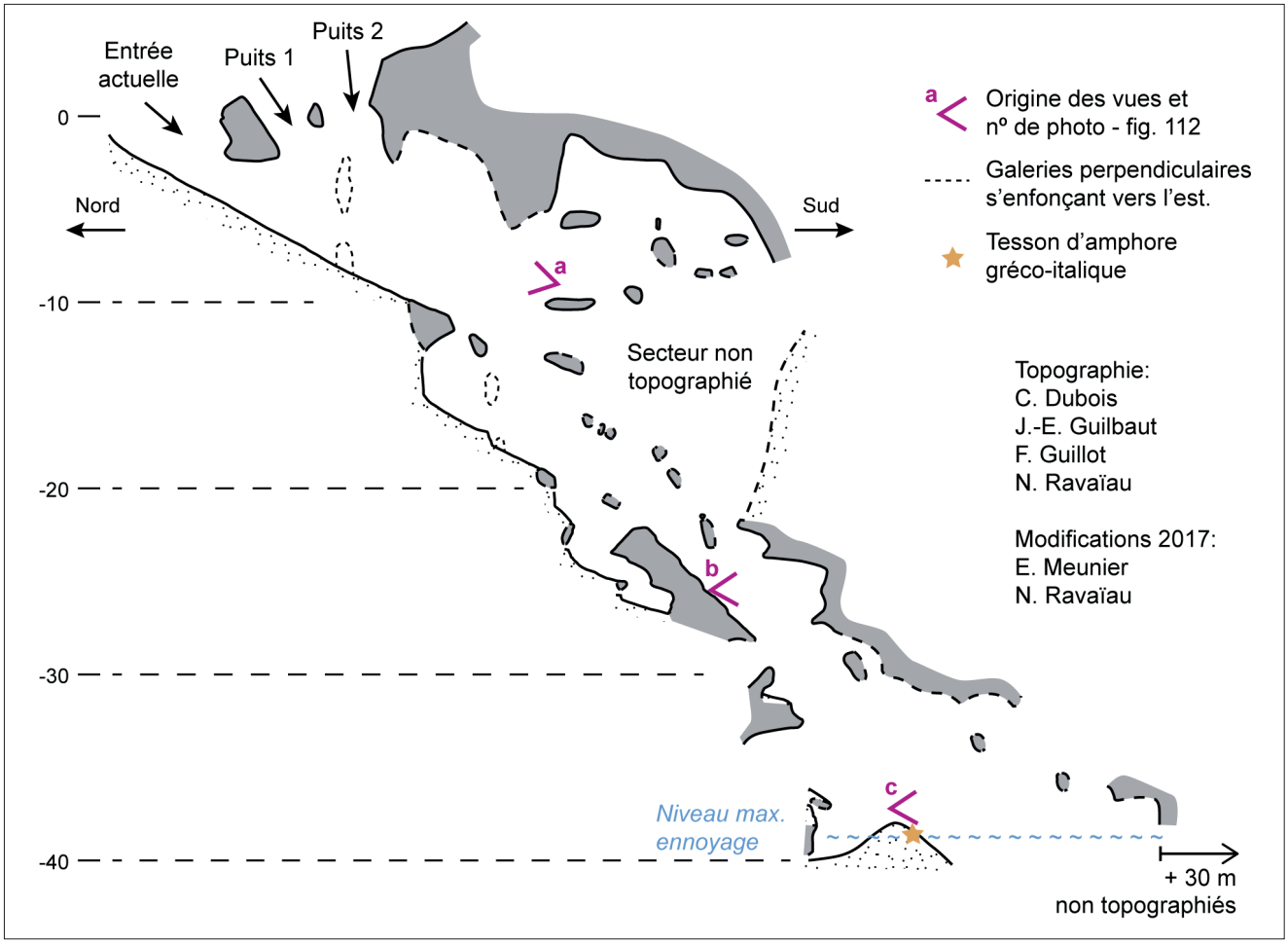


Fig. 111. Coupe du chantier HAU5 (d'après Dubois 1996, fig. 3). *E. Meunier 2022*

a. Entrée actuelle en tranchée du réseau, vue vers le nord depuis un des piliers supérieurs. On peut observer les coulées de calcite épaisses sur la paroi Est, à droite.

b. Coupoles superposées, vestiges des niveaux d'exploitation horizontaux suivis par les mineurs. Un petit plancher a été laissé en place entre les deux coupoles inférieures. Le filon vertical avec ses carbonates de cuivre est bien visible au centre.

c. Partie basse du réseau, vue vers le sud. Au centre, un petit pilier laisse voir le filon vertical. La prolongation de 30 m vers le sud commence au niveau de la galerie que l'on distingue au centre à l'arrière-plan.

Fig. 112. Vues du chantier HAU5. *E. Meunier 2022*

à la cote -18 vers l'est est comblée, ce qui ne permet pas de connaître ses dimensions. Les deux galeries foncées à l'est aux cotes -4,75 et -8,25 correspondraient plutôt à des ouvrages d'exploitation de filons croiseurs. La première, explorée en 1991, se développe sur 4 m de long et débouche sur un puits noyé au bout de 3 m. La seconde n'est visible que sur 1 m mais elle est remblayée et noyée, ce qui peut occulter un développement plus important.

L'intérêt de ce chantier, outre ses dimensions, réside dans l'uniformité des techniques mises en œuvre pour son exploitation dans l'ensemble de l'espace accessible. Il n'a pas connu de reprise récente. Seuls deux trous cylindriques observés sur le front de taille* à la cote -26 montrent un passage ponctuel au XIXe ou au XXe siècle pour des recherches alors non concluantes. Cette homogénéité semble indiquer une seule phase de travail, ou au moins une exploitation continue par des mineurs qui utilisent la même technique minière, sans variation dans la manière d'aborder le gisement. Cette caractéristique est à noter car un petit tesson de lèvre d'amphore gréco-italique a été recueilli sur le dessus des déblais à la cote -38, dans un secteur protégé du risque d'intrusion accidentelle de mobilier depuis la surface. Ce tesson est apparenté à la variante Vb du type gréco-italique, datée de la fin du IIIe siècle av. n. è. (Meunier & Luaces 2021, 196). Sa forme le rapproche plutôt des exemplaires les plus tardifs de ce type (**fig. 118, a**). Bien que cette chronologie n'ait pas la valeur d'une datation absolue d'un niveau d'activité dans les travaux, il s'agit tout de même d'un indice solide pour placer une phase d'activité au IIIe siècle av. n. è. dans ce chantier. Cette activité se serait prolongée (ou aurait repris) lors de la période tardo-républicaine comme l'indique le mobilier de surface, composé majoritairement d'amphores de type Dr 1 comme indiqué ci-dessus.

Cette mine est également celle à partir de laquelle C. Dubois propose l'existence d'une galerie d'exhaure*, qui déboucherait au niveau du point HAU1. Si cette possibilité se confirmait, elle serait la seule de tout le district à disposer de ce genre d'aménagement. Nous avons pu constater que le niveau de l'eau baissait rapidement au fond des travaux en période sèche (automne-hiver 2017), comme dans d'autres réseaux pour lesquels l'absence de galerie d'exhaure* est plus claire. La possibilité d'une évacuation naturelle de l'eau, par des fissures dans la roche par exemple, a pu suffire à maintenir l'exploitation à sec, couplée à une évacuation manuelle pour les périodes de forte pluviosité.

Le chantier incliné HAU9

Le chantier incliné HAU9 se trouve à l'extrémité nord du deuxième groupe de travaux nord-sud. Foncé depuis l'affleurement, il est accessible sur un peu plus de 11 m de profondeur (**fig. 113** et **vidéo 2**). Le fond des travaux est noyé et remblayé (**fig. 114, c**) mais on y distingue la partie supérieure d'un creusement qui correspond à un autre étage d'exploitation en profondeur. Un pilier stérile sépare le secteur nord remblayé du secteur sud dégagé (photo **fig. 113** et **fig. 114, a**). Les étages d'exploitation situés jusqu'à la cote -8 correspondent à un ouvrage incliné qui a suivi de près la minéralisation, avec un élargissement entre les cotes -5 et -7,5 formant une petite salle triangulaire (plan **fig. 113** et **fig. 114, b**). La partie inférieure présente un profil différent. Une large coupole d'ouverture au feu forme un dôme de 2,3 m de diamètre maximal donnant à cet espace un profil sphérique ouvert vers le bas (**fig. 114, c**). Une extension de l'exploitation vers le sud est aussi formée par une coupole de 1,2 m de diamètre pour 1,5 m de haut. L'extrémité nord de cet étage, étroite et inclinée, est colmatée par des blocs stériles qui proviennent de la partie nord de ce petit réseau. Le profil visible correspond à ce que l'on a aux étages supérieurs. L'accès actuel à cette partie basse se fait par une petite lucarne de 50 cm de diamètre, qui a pu être percée pour faciliter la circulation de l'air lors de l'attaque au feu de ces étages (**fig. 114, b** à l'arrière-plan). Aucun élément destiné à favoriser la circulation verticale des mineurs n'a été identifié dans cette mine. Les concrétions abondantes ne facilitent cependant pas les observations (**fig. 114, a** et **b**).

Deux datations radiocarbone proviennent de ce chantier. La première a été réalisée sur un charbon prélevé à la sole* du renfoncement sud, à la cote -9,5 (**fig. 115**, en bas). Il se trouve en effet que les charbons résiduels d'une des dernières attaques au feu sont restés en place dans ce renfoncement. Un prélèvement avait été réalisé dans ce niveau charbonneux par C. Dubois pour analyse anthracologique mais les charbons n'avaient alors pas été datés (Dubois 1996, 41). Nous avons de nouveau prélevé des charbons au même endroit, pour datation. Le résultat obtenu est médiéval et correspond au XIVe siècle[9].

Le profil dissemblable des étages supérieurs et inférieurs et la présence de tessons d'amphores italiques à la surface des remblais et à l'extérieur de cette mine ont motivé la réalisation d'un sondage dans les étages intermédiaires, plus susceptibles d'avoir conservé des niveaux d'activité

9 Datation ETH-55854 : 627 ±27 BP, soit 1289-1398 cal AD. Brindille de hêtre à 2 cernes (identification V. Py, Géode).

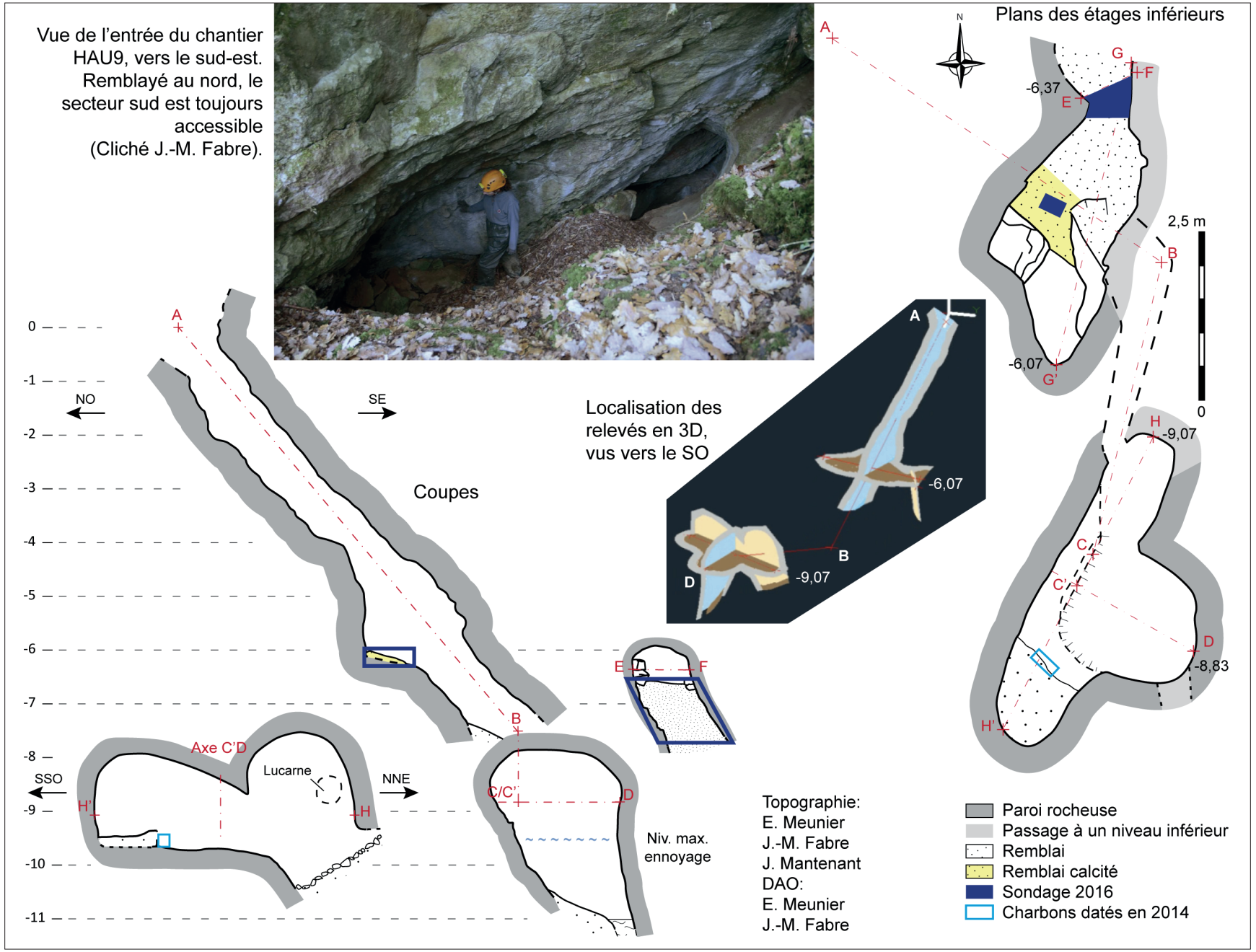
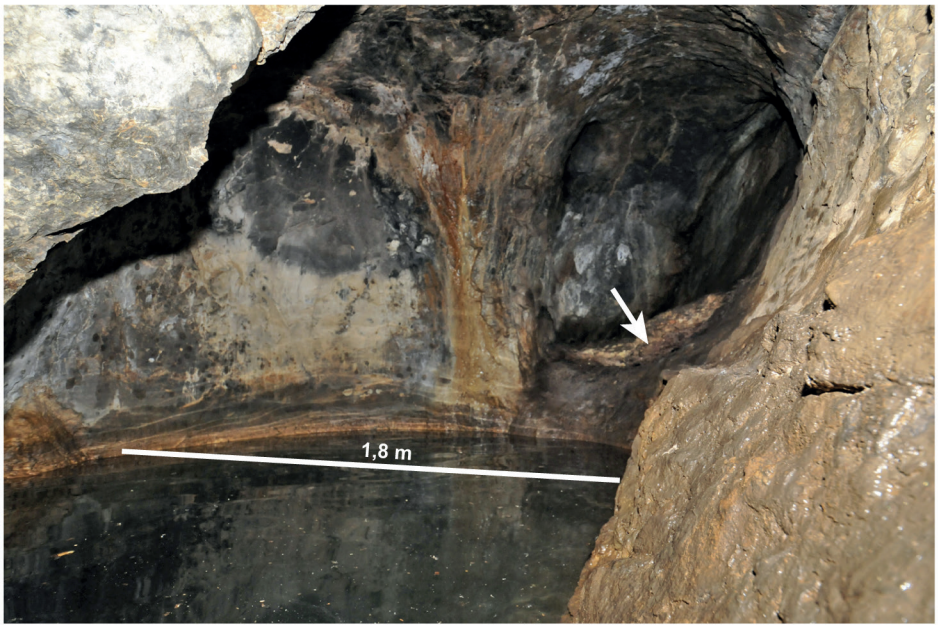


Fig. 113. Le chantier incliné HAU9. *E. Meunier 2022*

a. Pilier stérile entre les secteurs nord et sud du chantier HAU9, vu du sud, entre les cotes -4 et -6. Les concrétions abondantes scellent les blocs rocheux aux parements.

b. Salle triangulaire entre les cotes -5 et -7,5, vue vers le sud. En bas à gauche, passage en partie remblayé vers la salle voûtée qui se termine par une lucarne étroite (cliché C. Tămaş).



c. Salle voûtée inférieure, vue vers le sud, noyée après une période de fortes pluies. Au fond, renfoncement ouvert au feu à la sole duquel se trouve un niveau de charbons laissé en place après le dernier bûcher dabattage. Les charbons datés en 2014 proviennent de ce niveau (flèche).

Fig. 114. Vues du chantier HAU9. *E. Meunier 2022*

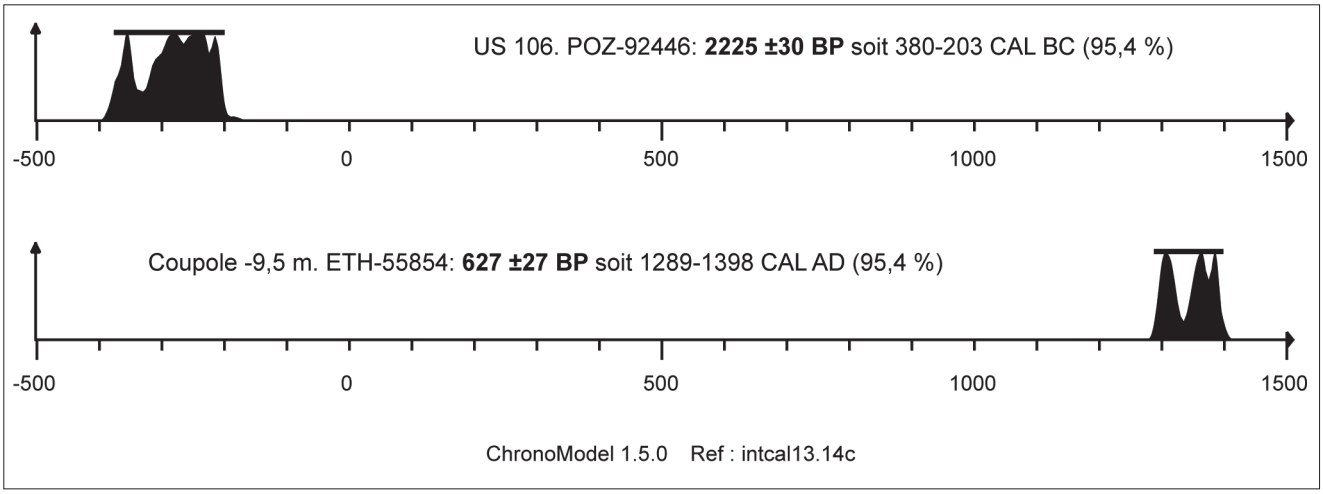


Fig. 115. Datations radiocarbone du chantier HAU9. *E. Meunier 2018*

anciens. Le sondage a permis de réaliser une section au niveau du passage entre le secteur sud, ouvert, et le secteur nord, remblayé (**fig. 116**), et de dégager la sole* horizontale au centre de l'étage -6. La numérotation des US est continue entre ces deux espaces (**tabl. 15**).

N° US	Type d'US	Interprétation	Pour datation
Passage entre les secteurs nord et sud			
US 101	Remblai de haldes*	Abandon	Mobilier (**tabl. 16**)
Sole au centre de l'étage -6			
US 102	Sédimentation	Abandon	-
US 103	Concrétion	Abandon	-
US 104	Négatif de remblai	Activité proche	-
US 105	Concrétion	Abandon	-
US 106	Niveau de circulation	Activité locale	Charbons
US 107	Négatif de creusement	Activité locale	-

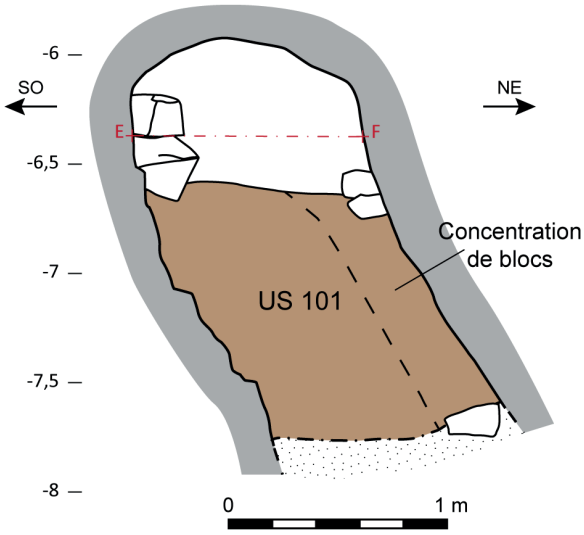
Tabl. 15. US du sondage dans la mine HAU9.

Certaines de ces US appellent quelques explications. Le négatif de remblai correspond à un espace vide de 10 à 12 cm de hauteur entre les deux niveaux de concrétions US 105 et 103 (**fig. 116**, photo). Cet espace n'a pu se former que parce que l'US 103 s'est déposée au-dessus d'un petit niveau de remblai qui recouvrait le sol à cet endroit. Les concrétions de l'US 103 ont été brisées et seul un liseré adhère encore à la paroi, ce qui nous permet d'identifier cette couche. Les concrétions de l'US 105 sont plus épaisses et n'ont pas été cassées. Il a fallu piqueter le sol pour pouvoir passer au travers pour atteindre le rocher, ce qui n'a été fait que sur une petite surface.

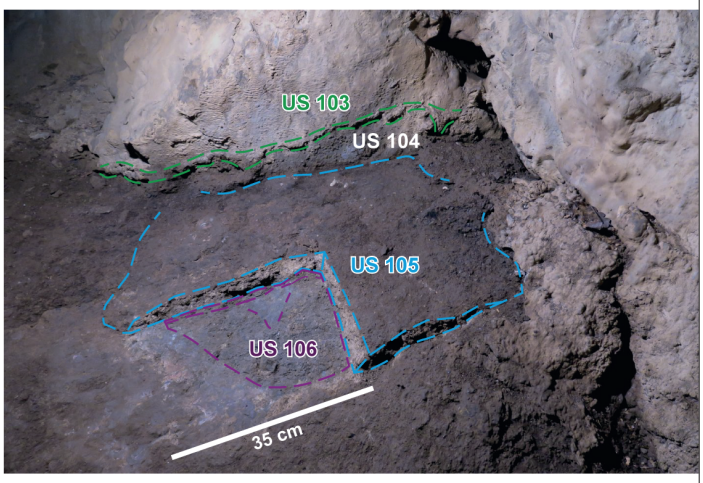
La fouille du passage entre les secteurs nord et sud a été approfondie sur 1,2 m, jusqu'à ce qu'il soit clair qu'aucune sole* n'était conservée à une profondeur atteignable sans ouvrir une grande extension de sondage. Les mineurs ont travaillé en descendant progressivement et seuls des petits décrochements au parement ouest témoignent des différents niveaux de travail. Le remblai massif et homogène de l'US 101 correspond à une halde* repoussée dans le chantier à une période indéterminée qui ne permet d'établir aucun phasage. Les nombreux tessons d'amphores italiques (**tabl. 16**) indiquent tout de même une activité entre la fin du IIe siècle av. n. è. et le Ier siècle av. n. è., de la même manière que le mobilier identifié dans les sondages de C. Dubois et en surface autour des travaux. On signale également un quart de *meta* en diorite qui présente des traces de percussion sur les côtés comme si ce fragment avait été réutilisé comme broyon, peut-être pour le concassage du minerai. Ces déblais miniers peuvent provenir du chantier HAU9 lui-même ou du chantier proche HAU10.

La petite sole* au centre de l'étage permet quant à elle de distinguer cinq phases d'alternance entre activité et abandon (**fig. 151**). La première correspond au creusement de l'étage et à la formation d'un premier niveau de circulation, marqué par l'US 106. S'ensuit une période d'abandon qui permet la formation d'une couche de calcite sur la sole*, l'US 105, alors que la mine reste ouverte. Une phase de reprise d'activité correspond à la formation d'une couche de remblai peu épais, l'US 104, qui vient recouvrir les premières concrétions. Une nouvelle phase d'abandon conduit à la formation de la deuxième couche de calcite, l'US 103. Enfin, la cinquième et dernière phase correspond à une dernière reprise d'activité ou à une recherche au cours de laquelle le niveau de concrétion supérieur est cassé (US négative 107) et le remblai de l'US 104 dispersé. Le dépôt terreux de l'US 102 peut alors recouvrir l'US 105 mise à nu.

Les charbons de l'US 106 correspondent à la plus ancienne période d'activité identifiable dans cette mine ; ils ont été préservés par la couche de calcite US 105 de contaminations postérieures. La datation radiocarbone de l'un d'entre eux



Coupe du passage entre les secteurs nord et sud. Les décrochements au sud-ouest correspondent aux niveaux résiduels de l'avancement.



Plateforme concrétionnée piquetée, après enlèvement de l'US 102. Le négatif de l'US 104 est marqué par l'espace entre les couches de concrétions 103 et 105. L'US 107 correspond à la cassure de la concrétion de l'US 103, dont seul un liseré adhère encore à la paroi rocheuse.

Fig. 116. Stratigraphie du sondage dans le chantier HAU9. *E. Meunier 2022*

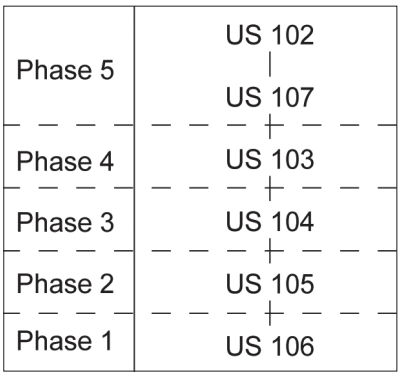


Fig. 117. Diagramme stratigraphique du sondage dans HAU9. *E. Meunier 2022*

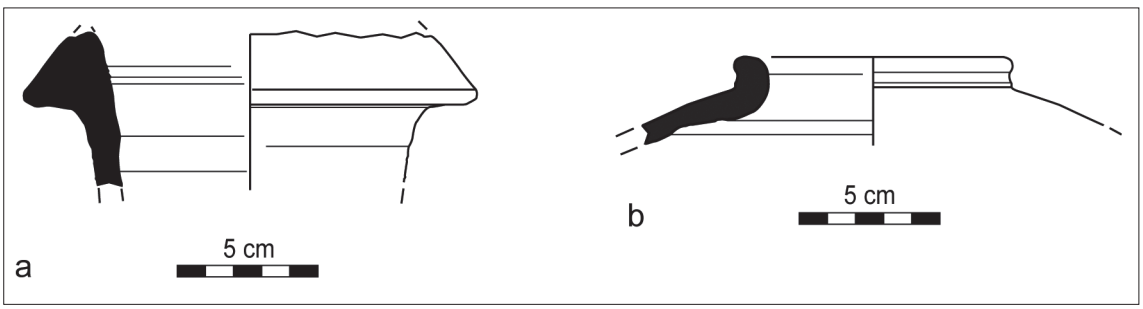


Fig. 118. Amphores anciennes d'Hautech : **a.** Gréco-italique Vb ; **b.** Amphore punique T-13.1.2.1 (d'après Meunier & Luaces 2021, fig. 5). *E. Meunier 2022*

donne une date calibrée entre les IVe et IIIe siècles av. n. è.[10], bien antérieure à la chronologie du mobilier amphorique provenant de ce petit réseau minier (**fig. 115**). La différence de profil entre les étages supérieurs et inférieurs peut donc être attribuée à une différence chronologique de creusement de ces étages, les plus profonds correspondant au Moyen Âge alors que ceux du haut datent de la période gauloise. Pour cette phase, le pilier central conservé à partir de la cote -4 permet de proposer une exploitation simultanée par deux équipes jusqu'à la cote -7 où la jonction est faite entre les secteurs nord et sud. Dans cette configuration, il reste peu de place pour l'activité tardo-républicaine révélée par le mobilier, qui n'a peut-être consisté, dans ce chantier, qu'à effectuer des recherches.

La formation du remblai de l'US 104 pourrait être attribuée à la phase du Ier siècle av. n. è. Son faible volume pourrait être cohérent avec une activité de recherche assez limitée. Dans ce cas, la rupture de la concrétion supérieure correspondrait à la période médiévale. La question de la chronologie du comblement de la partie nord du chantier pose tout de même un problème. On imagine en effet assez mal pourquoi ce comblement si massif de la partie nord a laissé la partie sud libre de tout déblai ou presque. Il semblerait plus logique que les haldes* repoussées dans le chantier à un moment où l'activité minière n'était plus d'actualité, et après la formation de l'US 103, aient envahi l'ensemble du chantier. Elles auraient ensuite été dégagées lors d'une phase de reprise ou de recherche, qui correspondrait à la rupture de la concrétion de l'US 103. L'épaisseur faible de l'US 102 indiquerait plutôt un dégagement récent, aucune nouvelle concrétion ni sédimentation d'importance ne s'étant reformée dans cet espace pourtant en contact direct avec le jour. Dans ce cas, l'US 104 aurait pu se former à la période médiévale et le négatif du creusement de l'US 107 correspondre à une phase de recherche plus récente, soit au début du XXe siècle soit au XVIIIe siècle, puisque les vieux travaux de Sourre, qui peuvent correspondre à Hautech, sont mentionnés par de Dietrich (**fig. 45**).

Chronologie de l'exploitation sur Hautech

Le site d'Hautech dans son ensemble a connu trois périodes d'activité (**fig. 115** et **tabl. 16**) : la première entre les IVe et IIIe siècles av. n. è., mise en évidence par les datations radiocarbone, la deuxième entre la fin du IIe et le Ier siècle av. n. è., évidente par le mobilier tardo-républicain abondant, et la troisième au XIVe siècle, là aussi révélée par le radiocarbone. Concernant l'intervalle de dates radiocarbone calibrées des IVe-IIIe siècles av. n. è., les deux tessons d'amphores anciennes recueillis dans le chantier HAU5 et près du chantier HAU16-17 nous placent plutôt à la fin de la période. Cela dit, l'ampleur du chantier HAU5 et la profondeur (-38 m) à laquelle le tesson a été trouvé n'est pas incompatible avec un démarrage du chantier plus tôt au IIIe siècle voire dès le IVe siècle. Ces deux tessons demeurent des éléments ténus qui ne peuvent pas à eux seuls caractériser toute la chronologie ancienne du site.

Catégorie	Type	NR	Commentaire
Amphore	Italique	-	En surface.
Amphore	Dr 1 et gréco-italique tardive	9	US 101, HAU9.
Lithique	Meule	1	US 101, HAU9. Quart de *meta* en diorite aux arêtes usées ayant pu être réutilisé en broyon.
Amphore	Gréco-italique Vb	1	HAU5, cote -38 (**fig. 118, a**).
Amphore	Punique T-13.1.2.1	1	En surface, près de HAU16-17 (**fig. 118, b**).
Amphore	Dr 1A	-	SD1, US 1 et 2 ; SD2, US 2 ; SD3, US 2 ; SD5, US 2, 4 et 5.
Céramique commune	Grise	2	SD1, US 2 ; SD 5, US 2.
Céramique commune	Noire	7	SD5, US 2 – décor incisé.
Campanienne	Lampe Ricci E	1	SD2, US 2 – pied de la lampe.
Métal	Clou	1	SD5, US 2.
Lithique	Pilon	1	SD5, US 5. Pilon en granit, usé.
Métal	Scories ferrugineuses	-	SD1, US 2 – rares.

Tabl. 16. Inventaire synthétique du mobilier d'Hautech, incluant les données de Dubois & Métailié 1991. NR : nombre de restes.

10 Datation Poz-92446 : 2225 ±30 BP, soit 380-203 cal BC. Brindille indéterminée (identification R. Cunill Artigas, Géode).

Globalement, on peut distinguer à Hautech deux façons de mettre en œuvre les creusements. D'une part, on trouve les chantiers relativement étroits, ouverts au feu, suivant de près la minéralisation et utilisant des piliers stériles pour le soutènement, qui dominent les volumes anciens accessibles : HAU5, HAU9 jusqu'à la cote -8, HAU16 jusqu'à la cote -5. Les départs de chantiers comblés HAU6, HAU7 et HAU8 qui doivent communiquer avec HAU5 en profondeur, sont à ajouter à cette liste. Le chantier HAU17 peut aussi être inséré dans ce groupe, tout comme le chantier HAU3, un peu différent car une partie de l'ouvrage est à ciel ouvert, mais le secteur souterrain correspond à ce premier schéma. La seconde catégorie de travaux se définit par des creusements de grands volumes, ouverts au feu également, que l'on retrouve dans les niveaux inférieurs de HAU9 et HAU16. Si des structures boisées de soutènement ont été utilisées à cette période, on n'en a pas de traces et seul un pilier stérile dans la partie basse de HAU16 peut se rattacher à cette période tardive. La chronologie du chantier HAU9 permet d'attribuer ces deux morphologies à des périodes différentes : l'intervalle des IVe-IIIe siècles av. n. è. pour le premier et le XIVe siècle pour le second.

Une meilleure précision chronologique permettrait de savoir ce qu'il en est pour les travaux tardo-républicains. Pour ces derniers, on ne dispose pas de datation absolue d'un niveau d'activité dans un chantier pour connaître leur typologie à cette période. Si le chantier HAU9, par ailleurs de dimensions relativement réduites, semble bien avoir été vidé à la fin du IIIe siècle av. n. è., les nombreux ouvrages comblés et l'ampleur du grand réseau HAU5 permettent d'envisager une continuité de l'activité à l'échelle du site au cours de tout le IIe siècle, malgré quelques décennies indécelables en l'absence de mobilier caractéristique ou de datation. Quoi qu'il en soit, en ce qui concerne la morphologie, on ne distingue pas de troisième catégorie qui permettrait de rattacher une partie des chantiers à la phase tardo-républicaine. On se trouve plus probablement face à une mise en œuvre de l'exploitation dans des conditions similaires à ce qui a été fait lors des premières phases d'activité, c'est-à-dire avec des ouvrages ouverts au feu, suivant de près la minéralisation et utilisant un soutènement naturel par piliers.

La présence de mobilier d'importation (céramique et amphores) a été constatée sur de nombreux sites du district. Ce sont d'ailleurs les tessons d'amphores italiques de type Dressel 1 qui constituent souvent les seuls indices chronologiques. Ce type de mobilier est tout à fait courant sur les sites régionaux de la période, qu'ils soient en lien avec l'exploitation minière et métallurgique ou avec des activités tout autres. Les amphores plus anciennes telles que la gréco-italique Vb et l'amphore punique T-13.1.2.1 sont quant à elles plus rares en dehors de la frange côtière ou des sites liés au grand commerce méditerranéen. Leur localisation sur un site minier à environ 150 km de la côte témoigne d'une insertion au moins indirecte de ces mines dans les principaux réseaux de distribution de la période, ce qui ouvre de nouvelles perspectives à propos des débouchés possibles pour les productions locales. Ce sujet sera plus amplement abordé dans la troisième partie.

Chapitre 4.
Les réseaux anciens accessibles sur un petit périmètre

Mine des Atiels (La Bastide-de-Sérou et Larbont)

Les vestiges miniers des Atiels sont situés au sud-ouest du hameau du même nom, en rive droite du Pézègues (**fig. 119**). Ils font partie d'un ensemble plus large comprenant un atelier de traitement du minerai de cuivre, au pied de la mine, et un atelier de réduction du fer, dans le hameau. Un habitat se situe très certainement plus haut sur le versant et les travaux miniers du Goutil sont également très proches, à 500 m à vol d'oiseau de la mine des Atiels, vers le nord-est.

Cette mine fait partie de celles qui sont connues depuis le XVIIIe siècle. L'ampleur des travaux, attribués aux Romains, est considérable selon les sources, qui évoquent des travaux sur plus de 200 m de hauteur pour plusieurs kilomètres de réseau (Mettrier 1893, 317). Les reprises récentes de cette mine, qui datent du début du XXe siècle, ont en effet recoupé les travaux anciens. S'ils ne sont pas décrits précisément, on sait tout de même que le fond du réseau n'était toujours pas atteint à 90 m de profondeur (Anonyme 1907a). Il est donc certain qu'ils se sont enfoncés largement sous le niveau du ruisseau. La gestion de l'eau reste une inconnue, dans un contexte où la topographie ne permet pas de creuser de galerie d'exhaure* profonde.

En ce qui concerne la géologie, la partie accessible des travaux est encaissée dans un calcaire dolomitique du Dévonien moyen. La minéralisation, filonienne, se trouve dans une gangue* de quartz, de barytine ou de calcite selon les filons. De la chalcopyrite* et des cuivres gris y sont signalés en mouches (Dubois & Guilbaut 1982, 98). Les archives signalent également la présence d'argent dans de la chalcopyrite* nickélifère laissée par les Anciens dans les zones pauvres (Anonyme 1907a).

On peut atteindre la portion accessible du réseau ancien par le travers-banc* du début du XXe siècle, AT1. Les autres indices d'ouvrages miniers, AT2 à AT12, ne sont visibles qu'en surface ou ne correspondent qu'aux reprises modernes. Le cas des ateliers sera traité au chapitre 7 de cette partie 2. La présence de tessons d'amphores dans le lit du ruisseau est également à signaler et va dans le sens des affirmations des riverains qui attribuaient cette mine aux Romains dès le XVIIIe siècle. Les prospections de C. Dubois et J.E. Guilbaut n'avaient cependant pas livré de mobilier à proximité des travaux (Dubois & Guilbaut 1982, 101). Cela s'explique d'une part par la densité de la végétation, mais aussi car le mobilier identifié lors des dernières campagnes de prospections a été libéré par un glissement de terrain causé par une crue relativement récente (une dizaine d'années selon les riverains). La prospection du versant n'a livré aucun vestige mobilier supplémentaire.

Les travaux sans accès au souterrain

Les indices de surface, cartographiés en 2014, sont répartis sur une zone de 110 m nord-sud et 50 m est-ouest, entre les cotes 450 et 490, à l'est de l'entrée du réseau principal AT1, plus haut sur le versant. Parmi les indices repérés, on relève deux tranchées (AT2, AT10), sept fosses (AT3, AT4, AT5, AT6, AT8, AT11, AT12) et deux entrées de souterrain rapidement comblées (AT7, AT9). Les deux tranchées ont uniquement en commun le fait d'être comblées et recolonisées par la végétation. La première, AT2, est une tranchée double dont le plan dessine un V à la pointe duquel on trouve une petite plate-forme (**fig. 120**, à gauche). Les deux branches de la tranchée ont un profil évasé et doux. Leur profondeur tourne autour de 0,8 m pour une largeur au fond de la tranchée de 0,7 m. La seconde tranchée, AT10, est beaucoup plus imposante (**fig. 120**, à droite). D'une largeur dépassant les 2 m, sa longueur est proche de 20 m. Orientée sud-est/nord-ouest, elle a un profil plutôt arrondi vers le nord-ouest et un peu plus quadrangulaire vers le sud-est. La végétation habituelle que l'on retrouve dans les bois du secteur, à savoir buis denses et

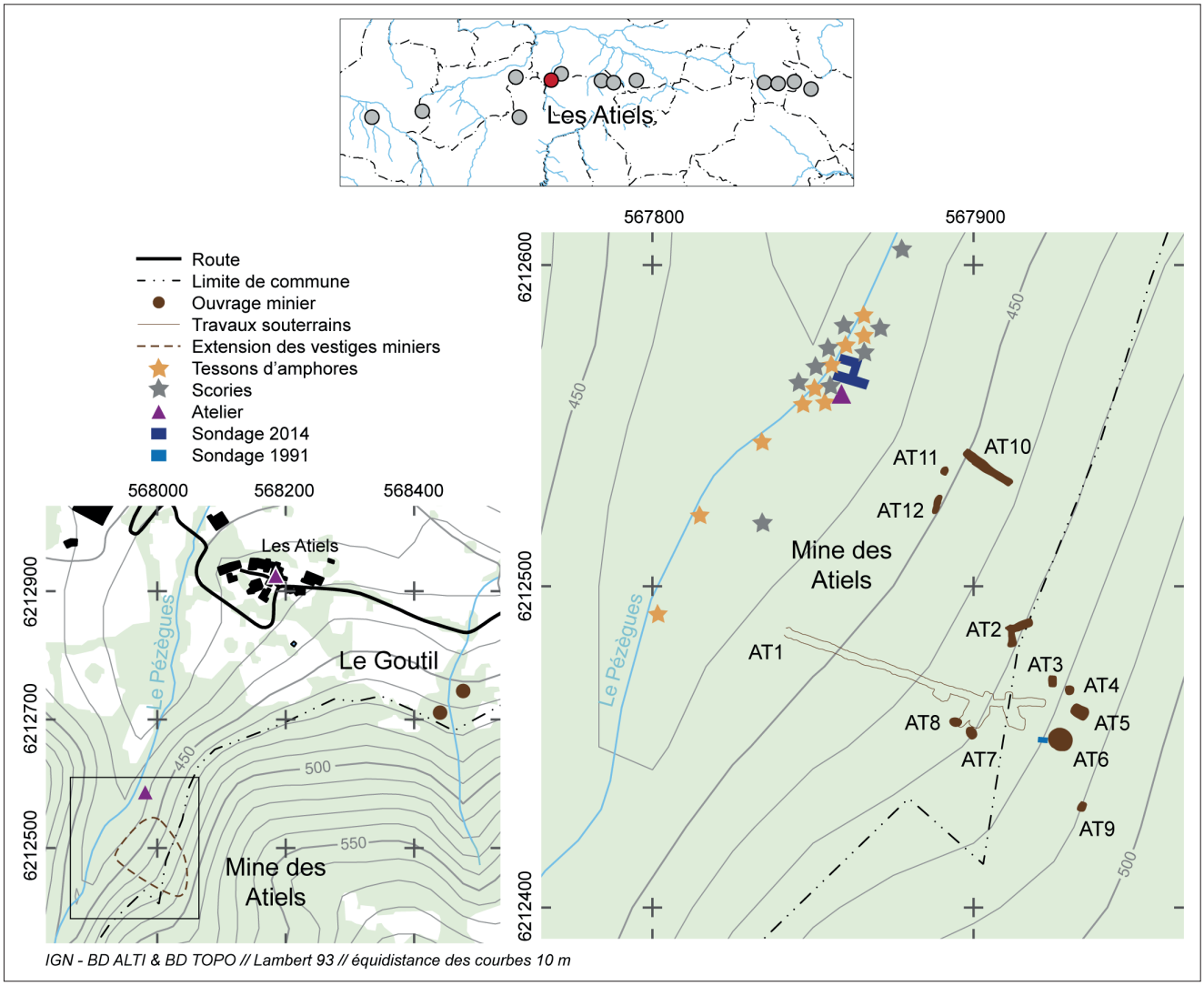


Fig. 119. Travaux des Atiels (La-Bastide-de-Sérou et Larbont), plan de localisation général et détail des travaux miniers. *E. Meunier 2022*

Fig. 120. Les tranchées AT2 (**à gauche**, vue vers l'est) et AT10 (**à droite**, vue vers le sud-est). *E. Meunier 2018*

autres feuillus, a ici bénéficié de l'action assidue des mousses et lichens pour parfaire le recouvrement des affleurements rocheux, ce qui ne facilite pas leur observation.

Parmi les fosses, trois d'entre elles (AT3, AT4, AT5) sont clairement quadrangulaires, avec des angles marqués légèrement arrondis. Elles sont proches les unes des autres, creusées au pied du même affleurement sur moins de 20 m de distance. La fosse AT5 (3 × 2 m) est la plus profonde (1 m max.), impression renforcée par le surplomb de l'affleurement, ici de plus de 3 m. Une ouverture dans l'angle nord de la fosse devait permettre de sortir le produit minier plus facilement (**fig. 121**, à gauche). Les fosses AT3 (**fig. 121**, à droite) et AT4 sont moins profondes (0,5 m max.). Vers l'est, elles sont également adossées à l'affleurement, mais les surplombs ainsi créés ne dépassent pas 2 m. Le caractère très angulaire de ces fosses ne correspond pas aux travaux anciens reconnus jusqu'alors dans le secteur.

La fosse AT11, circulaire, et la fosse AT12, ovale, sont complètement envahies d'arbres morts recouverts de rideaux de mousse, ce qui empêche toute photographie utile et limite la vision que l'on peut en avoir. La fosse AT8, de petite taille (diamètre inférieur à 2 m), est située à 2 m au nord-ouest du départ de souterrain AT7. Il est cependant difficile de dire s'il existe une relation directe entre ces deux éléments, la descenderie AT7 s'enfonçant en direction opposée.

La fosse AT6 est la plus imposante : avec un diamètre à l'ouverture de près de 6 m et une profondeur de 4 m, elle dépasse largement les proportions de ses voisines. Les parois sont relativement abruptes et le diamètre au fond est proche des 2 m. Une ouverture est ménagée dans la partie supérieure de la fosse, donnant vers le nord-ouest. C. Dubois avait réalisé un sondage devant cette ouverture, à l'extérieur de la fosse, en 1991. Le sondage s'est malheureusement avéré stérile (Dubois & Métailié 1991, 46-47). Cette fosse a tout l'air de correspondre à une tête de puits comblée. Les parois rocheuses que l'on distingue à la base du cratère comportent quelques traces millimétriques de malachite. Le fait que cette fosse soit encore assez profonde, avec des contours bien marqués, et surtout son diamètre imposant nous incitent à y voir un ouvrage récent. Les arbres nombreux et sa morphologie empêchent malheureusement de prendre le recul nécessaire pour la photographier.

Enfin, les points AT7 et AT9 correspondent à des départs de travaux souterrains. AT7 est une descenderie d'une largeur de 0,8 à 1 m qui s'ouvre au fond d'une fosse circulaire (**fig. 122**, à gauche). On peut s'y avancer sur 5 m avant qu'elle ne soit totalement obstruée par des blocs stériles. On distingue juste à la surface des remblais, sur la paroi ouest, un petit ressaut qui pourrait marquer le départ d'une galerie, totalement comblée, au fond de la partie accessible. Il s'agit indubitablement d'une descenderie récente. Il en va de même pour la galerie AT9, ouvrage le plus haut sur le versant

Fig. 121. Fosses AT5 (**à gauche**, vue de dessus, vers le NO) et AT3 (**à droite**, vue vers le nord). *E. Meunier 2018*

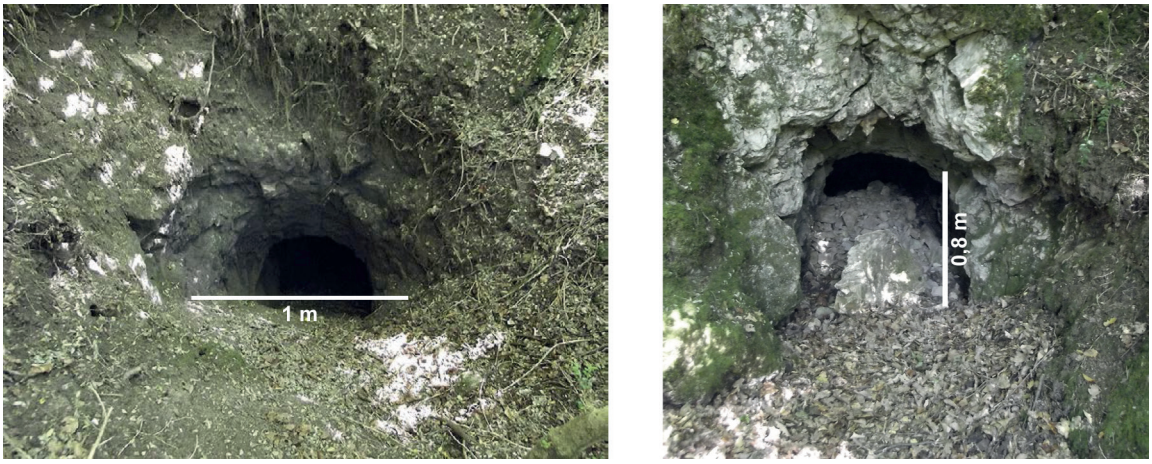


Fig. 122. Galeries récentes AT7 (**à gauche**, vue vers le sud) et AT9 (**à droite**, vue vers l'est). *E. Meunier 2018*

et le plus au sud. Elle est totalement obstruée et un bloc s'est détaché de la couronne*, très fissurée à l'entrée (**fig. 122**, à droite).

Le réseau souterrain AT1

Ce réseau correspond dans sa grande majorité aux travaux effectués au début du XXe siècle. Il est composé d'un travers-banc*, long de 83,6 m, de trois galeries modernes, GM1 à GM3 et d'une salle S1 (**fig. 123**, **fig. 124**, **vidéo 3** et **vidéo 4**). Les travaux anciens sont recoupés à 70 m du jour. On les distingue parfaitement des creusements plus récents par la technique utilisée – l'outil d'un côté et l'explosif de l'autre – et par leur gabarit – 0,75 m de largeur moyenne contre 1,25 m. Ils sont toutefois assez mal conservés : l'élargissement des travaux au XXe siècle a entaillé les galeries plus anciennes, dont il ne reste parfois plus que des lambeaux de parois, et le remblaiement massif des ouvrages limite la zone accessible à un espace de 8,3 m nord-sud pour 5,4 m est-ouest.

Nous ne nous étendrons pas sur la partie moderne de ce réseau, mais en relèverons les caractéristiques principales. Le travers-banc* est orienté N109° jusqu'au premier filon puis N88° jusqu'au front de taille* terminal. Son gabarit est régulier avec une hauteur de 1,65 à 2 m sur remblai et une largeur de 1,25 m. Des traverses en bois ou leurs empreintes témoignent de l'installation de rails pour faciliter l'évacuation des produits de la mine. La salle S1 correspond à un élargissement vers le sud suivant des petits filons peu développés. La galerie GM2 est une descenderie pour l'exploitation d'un premier filon à gangue* barytique, comblée à la cote -5. La galerie GM1 est un ouvrage d'assistance qui dessert un puits surplombant GM2. Un système de levage devait y être installé. Enfin, la galerie GM3 est une autre descenderie qui suit un deuxième filon à gangue* là encore barytique. L'exploitation se poursuivait à cet endroit par un chantier descendant incliné vers l'ouest, suivant le pendage du filon, aujourd'hui comblé à la cote -4,34. C'est ce chantier qui a suivi et élargi une partie des travaux anciens. Enfin, un puits dont le comblement est totalement calcifié est visible en couronne* du travers-banc* au niveau du départ de GM3 (**fig. 124**, coupe GM3).

La partie ancienne du réseau (**fig. 125**, **fig. 126** et **vidéo 4**) est constituée de plusieurs galeries étagées (GA1 à GA6) destinées à l'exploitation de la structure filonienne recoupée par la galerie GM3. Ces travaux, actuellement accessibles entre les cotes +2,22 et -3,90, se poursuivent vers le haut et vers le bas, mais ils sont comblés. Les galeries GA3, GA4 et GA5 se trouvent dans l'allongement du filon principal. GA3 et GA4 ne sont plus décelables que par des lambeaux de parois recouverts de traces d'outil (**fig. 127, a** et **b**). GA5 n'est visible que dans sa partie haute, qui se trouve à environ 1,5 m sous la sole* actuelle du travers-banc*, encombrée ici de déblais. Des alvéoles creusées à l'outil dans la paroi orientale correspondent à des élargissements ponctuels pour exploiter des petits filonets (**fig. 127, c**). La galerie GA1 a suivi un petit filon secondaire sur deux niveaux, comme le montre le front de taille* conservé partiellement dans la partie haute (**fig. 128, a**). La galerie GA2 est quant à elle creusée dans le stérile et sert uniquement de jonction entre la galerie GA1 et la partie supérieure du chantier, à l'ouest. Enfin, la galerie GA6 est identifiée par un front de taille* suspendu conservé à la jonction entre le travers-banc* et GM3 (**fig. 128, c**). Les concrétions sur le parement masquent les traces d'outil, visibles uniquement près de la couronne*. Deux encoches peuvent avoir servi à maintenir un boisage en relation avec le puits qui s'ouvre en couronne*. Un autre puits se trouve dans la partie sud de GM3, au-dessus de GA3 (**fig. 128, a**). Le remblai est là aussi totalement calcifié et des encoches de boisage y ont été creusées (du bois en mauvais état s'y trouve encore). Ce puits est probablement antérieur à la reprise du XXe siècle, mais il ne semble pas non plus avoir fonctionné avec les galeries étagées.

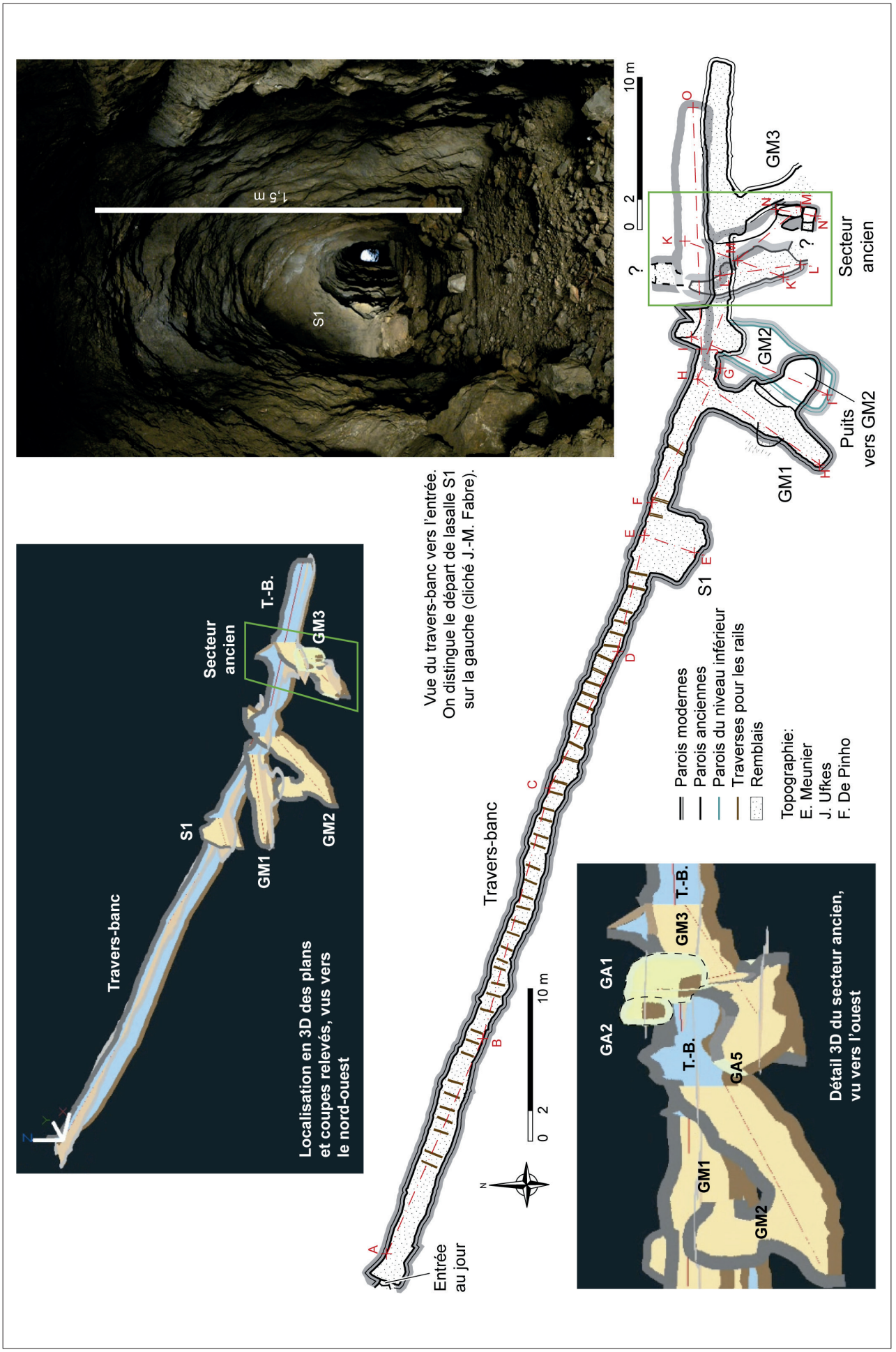


Fig. 123. Plan du réseau AT1. *E. Meunier 2022*

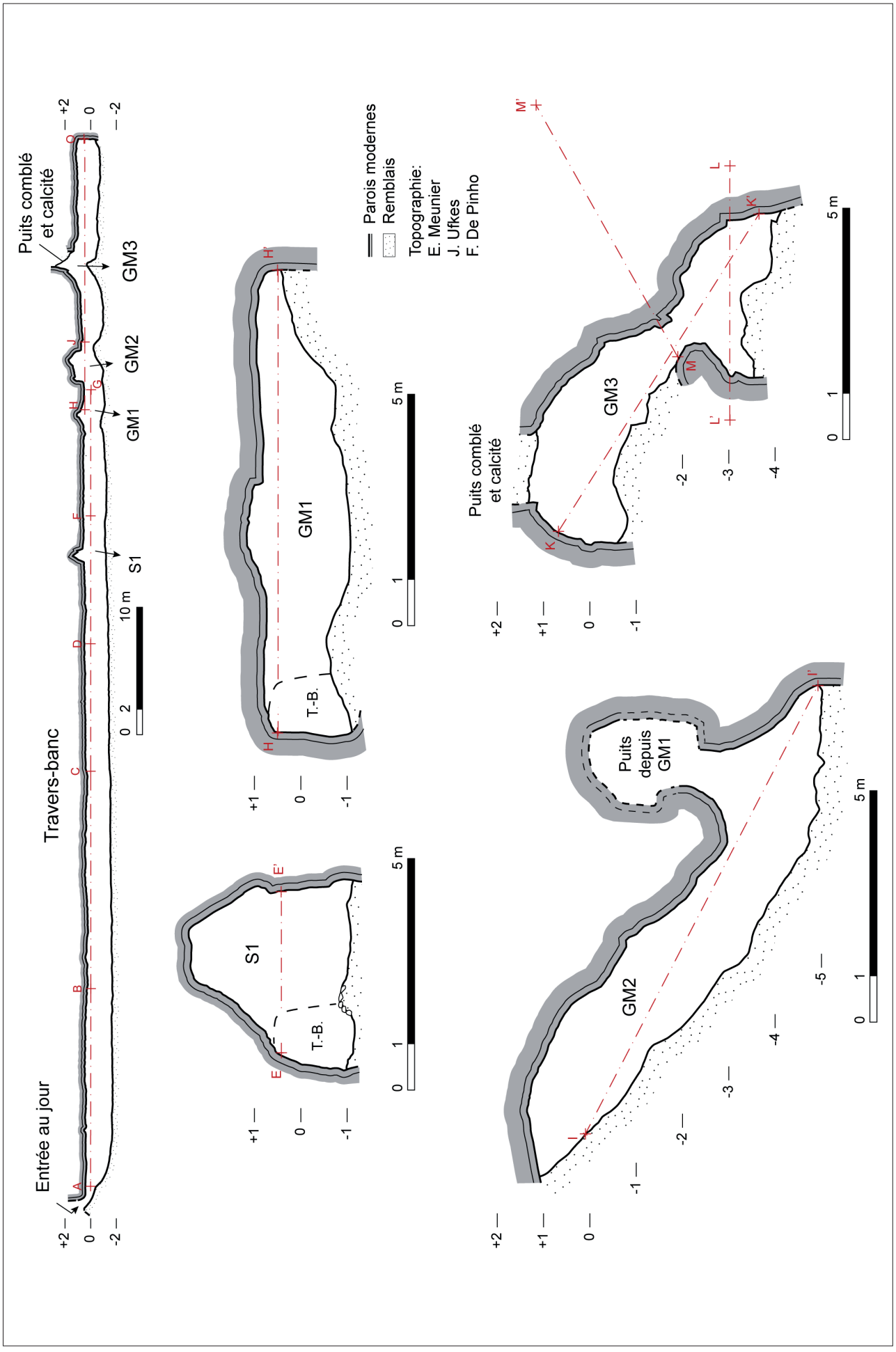


Fig. 124. Coupes des secteurs modernes du réseau AT1. *E. Meunier 2022*

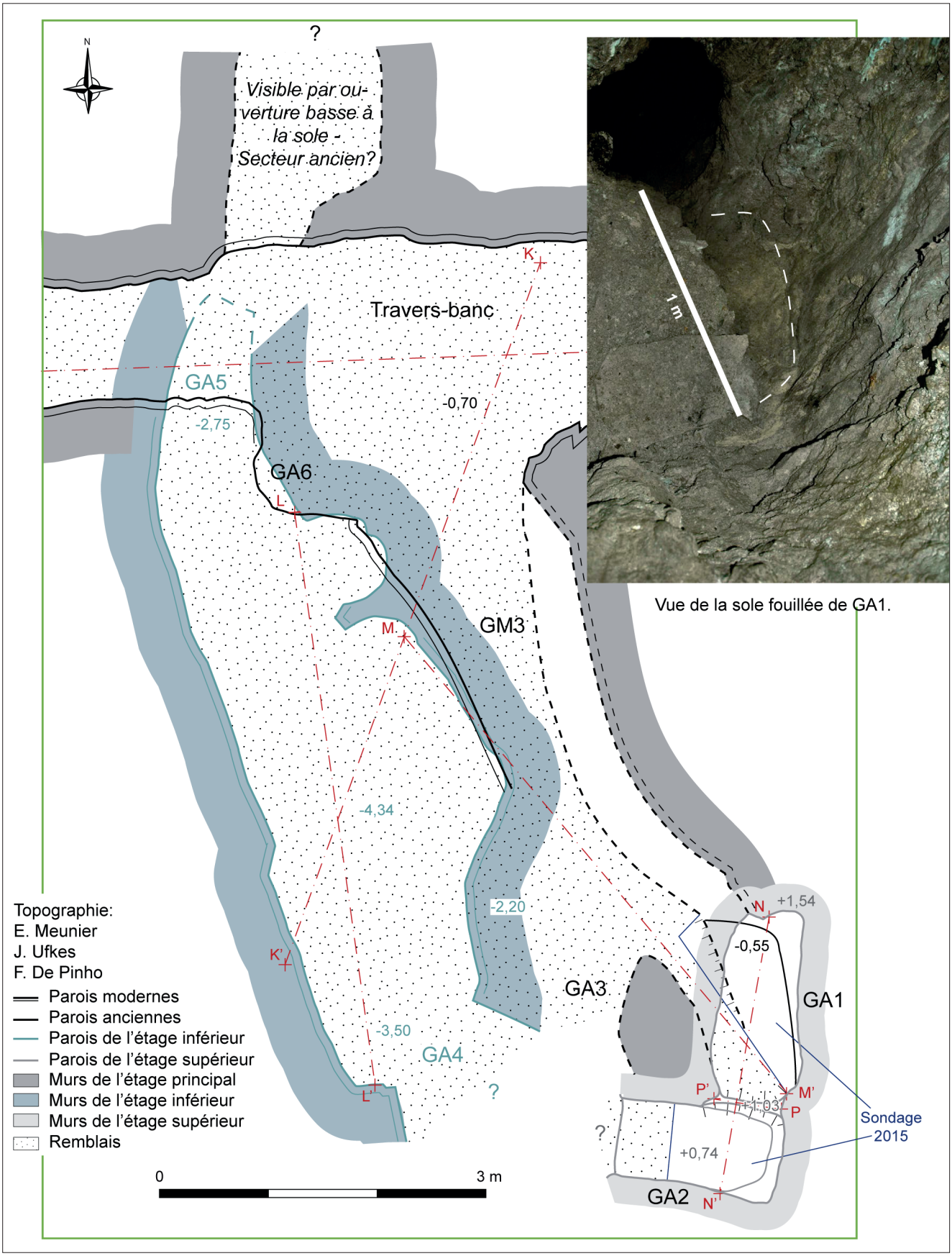


Fig. 125. Plan de détail du secteur ancien du réseau AT1. *E. Meunier 2022*

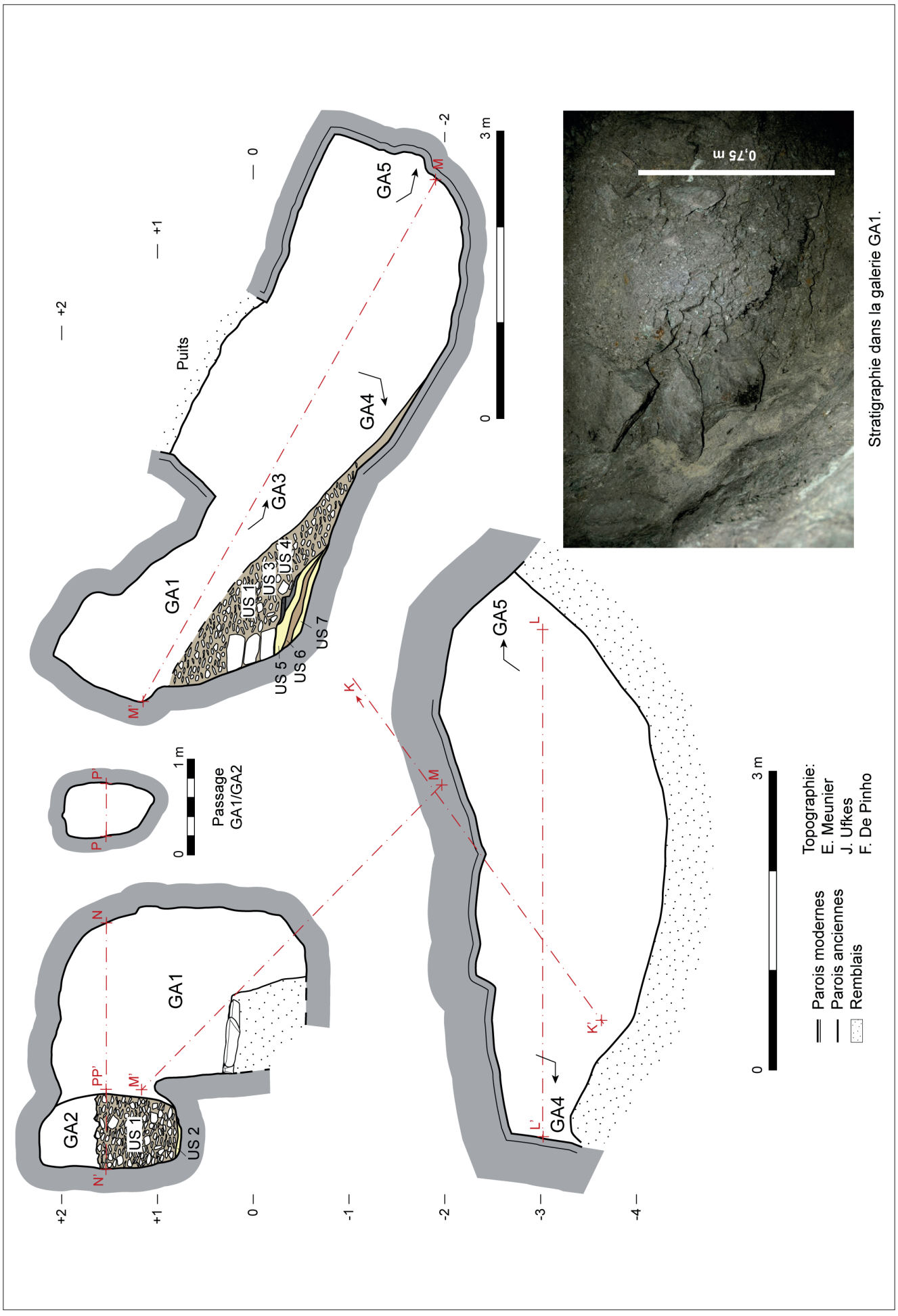
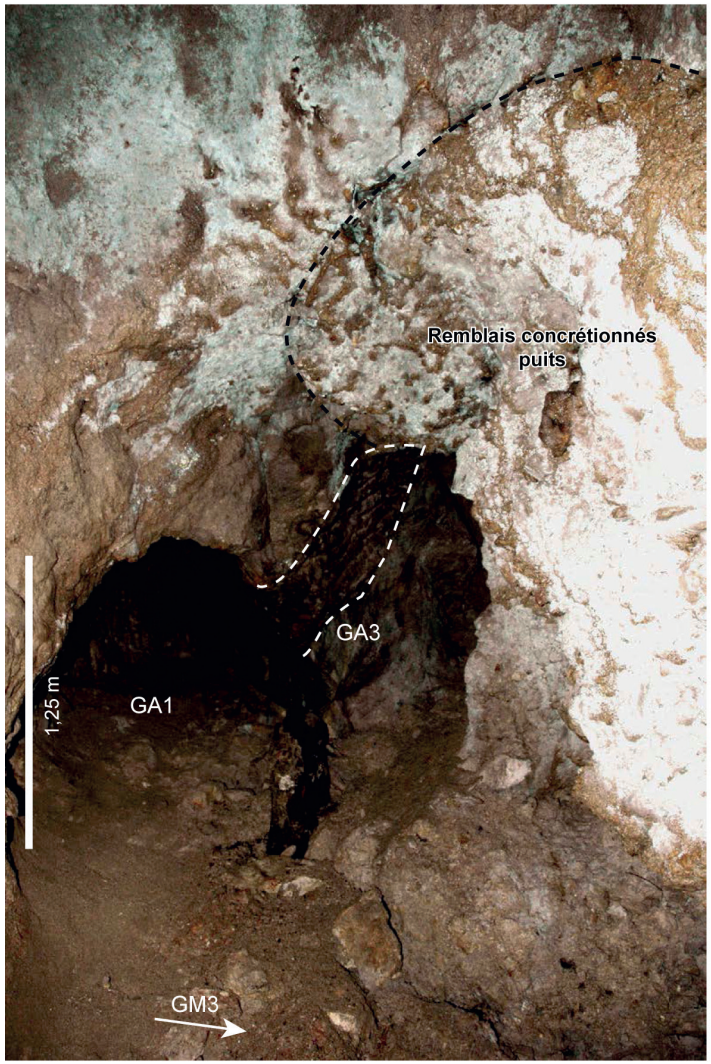
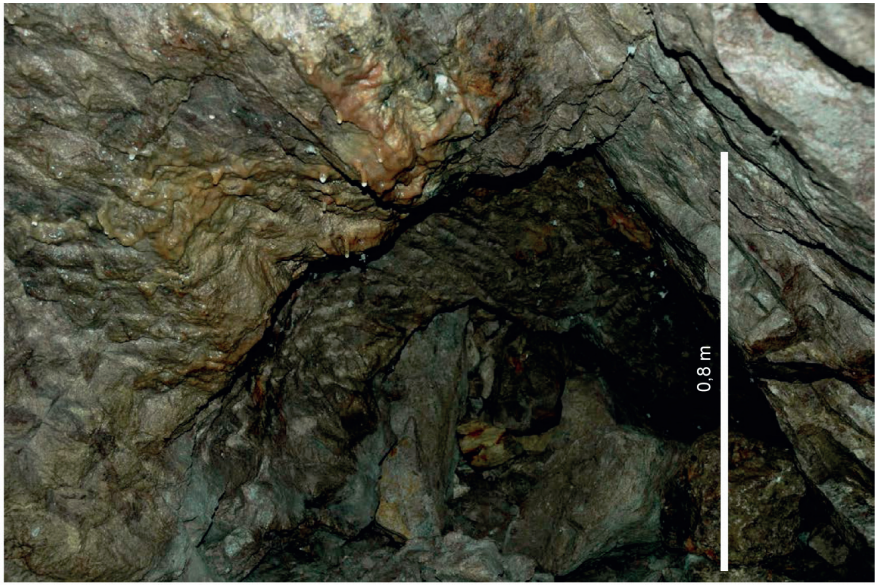


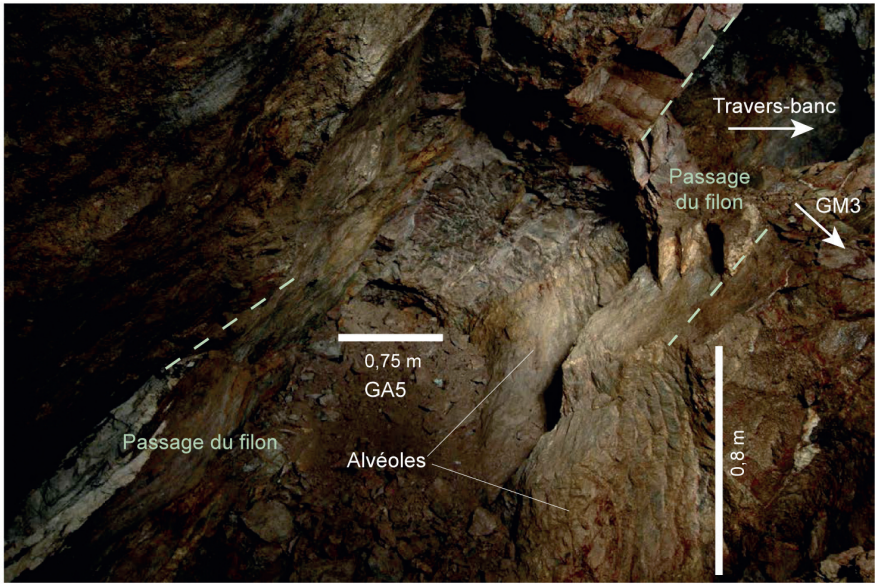
Fig. 126. Coupes du secteur ancien du réseau AT1. *E. Meunier 2022*



a. GA1 et GA3 depuis le chantier incliné GM3, vers le sud.

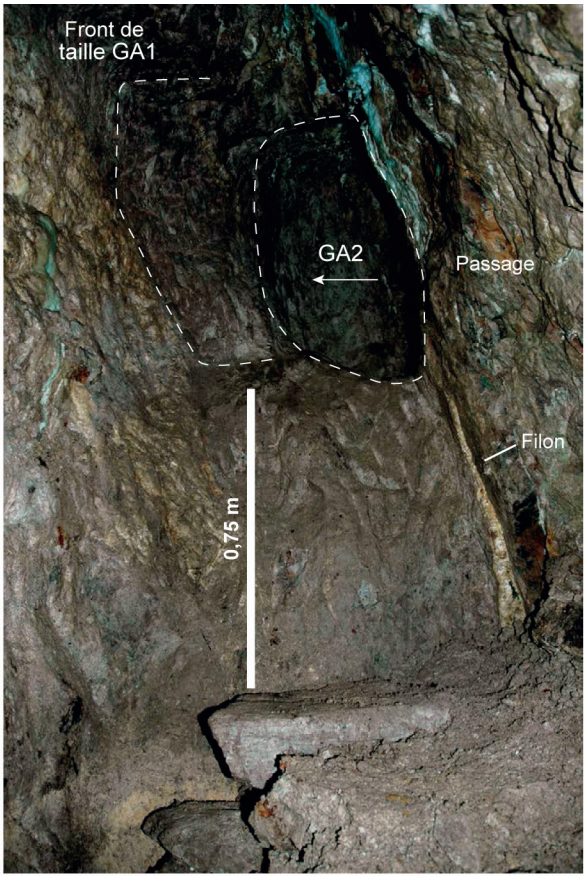


b. GA4 vue depuis le nord.



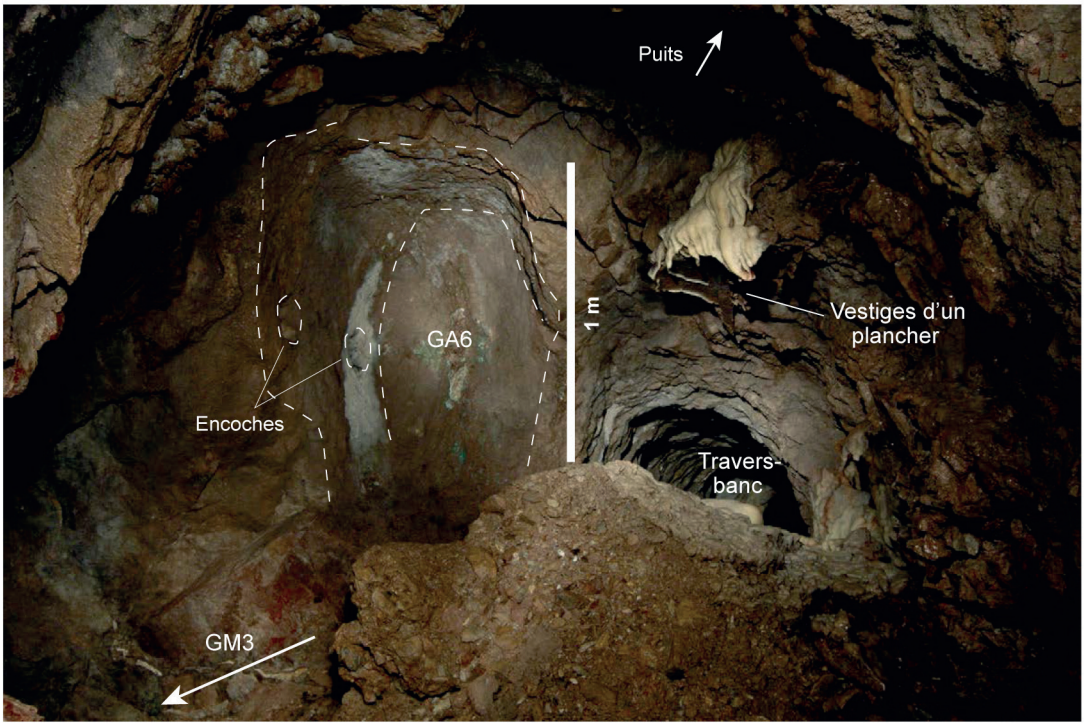
c. GA5 et alvéoles à l'outil en paroi est, vue vers le nord (cliché J.-M. Fabre).

Fig. 127. Vues des galeries GA3, GA4 et GA5 du réseau AT1. *E. Meunier 2022*



a. Vue du passage entre GA1 et GA2 vers le sud. Les traces d'outil nombreuses sont bien visibles, ainsi qu'un filon contre la paroi ouest.

b. Stratigraphie et profil de la galerie GA2. On observe les traces d'outil formant des lignes plus claires sur le haut de la paroi.



c. Front de taille GA6 conservé à la jonction entre GM3 et le travers-banc. (cliché J.-M. Fabre)

Fig. 128. Vues des galeries GA1, GA2 et GA6 du réseau AT1. *E. Meunier 2022*

Malgré la faible étendue de réseau ancien conservé, quelques conclusions peuvent en être tirées. La première chose que l'on remarque est l'utilisation exclusive de l'ouverture à l'outil. Les galeries suffisamment bien conservées montrent que le module de base est quadrangulaire aux angles arrondis, avec un élargissement central. On le voit avec le front de taille* en haut de GA1 (**fig. 128, a**), avec le profil complet de GA2 (**fig. 126**) et au niveau du front de taille* de GA6 (**fig. 128, c**). La partie haute de GA5 correspond à ce schéma, bien que le pendage du filon ait conduit à creuser suivant la même inclinaison (**fig. 127, c**). La galerie GA2, creusée dans le stérile, a une hauteur de 1,5 m pour 0,74 m de largeur maximale. On peut supposer qu'il s'agit là du gabarit minimal des ouvrages de cette phase d'activité. L'effort consenti pour le percement de cette galerie d'assistance permet d'y circuler debout en se baissant un peu. Il serait difficile d'avoir à y croiser quelqu'un, mais sa longueur réduite, 1,51 m entre le front de taille* à l'est et le chantier comblé à l'ouest, permettait sans doute de limiter ce dernier inconvénient. La taille de l'ouverture entre GA1 et GA2, avec une largeur de 0,57 m et 0,95 m de hauteur maximale, peut indiquer qu'il ne s'agissait pas d'un passage emprunté en permanence (**fig. 126**, axe PP').

L'état de conservation de ce secteur ne permet pas d'apporter beaucoup de précisions sur la façon dont a été organisée l'exploitation ancienne. On signalera en complément que les archives mentionnent des piliers suspendus dans les vieux travaux recoupés au début du XXe siècle (Anonyme 1907a). Ce mode de soutènement est utilisé couramment dans les mines du district et permettait également de faciliter la progression verticale. Au moins deux phases d'activité sont identifiables dans ce réseau : la plus ancienne regroupe les galeries creusées à l'outil et la plus récente celle des recherches du début du XXe siècle, avec l'utilisation de l'explosif. Les sources historiques signalent également une phase d'activité au cours du XVIIIe siècle (Dietrich 1786, 113-114). Le puits au remblai calcifié qui semble recouper les galeries à l'outil pourrait correspondre à cette phase intermédiaire. On peut supposer qu'à plus d'un siècle de distance, les concrétions aient paru assez solides aux mineurs du début du XXe siècle pour y caler des boisages, qui, d'après leur emplacement, servaient peut-être à protéger le chantier qui démarre dans la galerie GM3 d'éboulements venant du réseau ancien non repris. Ceci restera pour le moment une simple hypothèse. Le sondage réalisé dans les galeries GA1 et GA2 permet tout de même de préciser la chronologie de la phase de travaux à l'outil.

Sondage et chronologie des travaux

Le sondage a été implanté dans les galeries GA1 et GA2 (fig. 125). L'extrémité orientale de la galerie GA2 a été vidée (**fig. 128, b** et **fig. 126**, axe NN') et une coupe longitudinale a été effectuée dans GA1 (**fig. 126**, axe MM' et photo). Le profil complet de GA1 a pu être dégagé sur sa moitié nord, ce qui permet de conclure que cette galerie atteignait 2,55 m de hauteur. La sole* de la galerie GA2 est plus basse de 30 cm que la base de l'ouverture entre les deux galeries, ce qui forme un ressaut étroit peu pratique à franchir (cote +0,74 contre +1,03) et renforce l'idée que ce passage ne servait que ponctuellement à la circulation des mineurs.

Les deux coupes ne sont pas directement connectées (**fig. 126**), mais la fouille a permis de constater que le niveau supérieur du comblement de chaque galerie correspond au même remblai massif. La numérotation des US est donc continue entre les deux galeries (**tabl. 17** et **fig. 129**).

N° US	Localisation	Type d'US	Interprétation	Pour datation
US 01	GA1 et GA2	Remblai	Stockage de stérile	1 tesson d'amphore
US 02	GA2	Résidus d'abattage à l'outil	Activité locale	-
US 03	GA1	Poche de charbons	Activité locale	-
US 04	GA1	Niveau de circulation	Activité locale	Charbons
US 05	GA1	Résidus d'abattage à l'outil	Activité locale	-
US 06	GA1	Sédimentation	Abandon	-
US 08	GA1	Résidus d'abattage à l'outil	Activité locale	-

Tabl. 17. US du sondage effectué dans le réseau AT1.

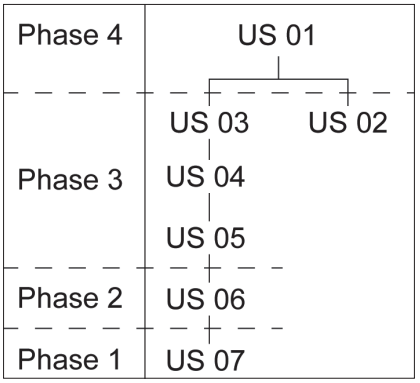


Fig. 129. Diagramme stratigraphique phasé du sondage effectué dans le réseau AT1. *E. Meunier 2022*

Le phasage est défini en fonction de la stratigraphie observée dans la galerie GA1, plus développée. Dans la galerie GA2, on n'observe que les résidus d'une étape de creusement à l'outil (US 2, composée par des gravillons fins aux arêtes vives directement sur la sole*) immédiatement recouverts par le remblai d'abandon final de la phase 4, US 1. Nous proposons donc de situer le creusement de la galerie GA2 à la fin de la phase 3 du fait de l'absence de niveau de circulation ou de sédimentation intermédiaire. Dans la galerie GA1, la première phase d'ouverture de la galerie est marquée par l'US 7, reposant sur la sole*. Ensuite, la galerie connait une phase d'inactivité qui permet la formation de la couche de sédimentation argileuse US 6. La phase 3 correspond à une reprise de l'extraction localement avec une nouvelle couche de résidus d'abattage à l'outil, US 5. L'activité se poursuit dans cette galerie, comme l'indiquent le niveau de circulation charbonneux US 4 (**fig. 130**) et le rejet de charbons localisé de l'US 3. Ces charbons proviennent probablement de torches destinées à l'éclairage des mineurs et un prélèvement de charbons pour datation a été fait dans l'US 4[1]. La phase 4 est la dernière des phases anciennes, qui voit le comblement de ces galeries, qui deviennent un espace de stockage de déblais. Son homogénéité et sa composition en majorité de petits blocs calibrés avec peu de sédiment fait penser à un comblement volontaire relativement rapide. Les quelques blocs décimétriques au sud de la galerie GA1 ne remettent pas en cause cette interprétation. Les reprises plus récentes qui recoupent ces ouvrages conformeraient une phase 5, qu'il faudrait peut-être subdiviser si le puits au remblai concrétionné s'avérait correspondre aux reprises du XVIIIe siècle plutôt qu'aux travaux du début du XXe siècle.

La datation[2] obtenue sur les charbons de l'US 4 correspond aux IIe et Ier siècles av. n. è. (202-37 BC à 93,5 % de probabilités). Ce large intervalle est en partie cohérent avec les tessons d'amphores italiques découverts dans le ruisseau et avec celui qui se trouvait à la surface de l'US 1, bien que le mobilier des niveaux de remblais miniers doive être considéré avec précaution. Le début de l'intervalle calibré est cependant antérieur à la chronologie donnée par les amphores et on ne peut l'exclure du raisonnement. D'autre part, il faut être conscient que la partie accessible des travaux anciens est à environ 30 m à la verticale de la surface. Cette profondeur sous-entend que la mine était déjà active depuis un certain temps au moment où les mineurs ont circulé dans la galerie GA1. L'exploitation de cette mine a donc pu démarrer au IIe siècle av. n. è. si l'on considère que l'activité dans GA1 est contemporaine des amphores italiques. Si l'on place l'activité de la phase 3 dans la première moitié de l'intervalle de dates calibré, en considérant que le tesson à la surface du remblai est un apport plus tardif éventuellement déplacé lors des travaux du XVIIIe ou du XXe siècle, l'exploitation du gisement des Atiels aurait très bien pu démarrer dès le IIIe siècle av. n. è. Rappelons que les archives mentionnent les dimensions impressionnantes des travaux anciens. Mais quelle que soit la chronologie attribuée à ce petit secteur du réseau ancien, le mobilier associé à l'atelier de traitement du cuivre identifié sur la berge du Pézègues montre que le site était toujours en activité au cours du troisième quart du Ier siècle av. n. è.

Conclusions

Au-delà de la cartographie des indices de surface, les apports de ces nouvelles données concernent la morphologie des travaux et leur chronologie. Concernant la morphologie, on peut se baser sur les galeries GA1 et GA2, conservées sur leur profil complet. La sole* de GA6 a été percée par les reprises modernes et on ne connaît pas sa hauteur originelle, supérieure à 1 m. La restitution de trois autres galeries anciennes (GA3, GA4 et GA5) est proposée sur la base de différents lambeaux de paroi taillés à l'outil identifiés à plusieurs niveaux. Dans ces trois cas, la paroi orientale et/ou la couronne* sont conservés. Leur disposition évoque un espace antique assez largement ouvert, exploitant en gradins et à l'outil la minéralisation inclinée.

Les deux galeries conservées, GA1 et GA2, ont une largeur similaire comprise entre 0,7 et 0,75 m. Les lambeaux de parois couverts de traces d'outils de la partie inférieure du réseau ancien ainsi que le front de taille* GA6 sont cohérents avec ce module. Il n'est pas possible en l'état de proposer une hauteur de galerie type. GA2 est la seule conservée en entier sur un seul niveau de travail (1,5 m). La hauteur de la galerie GA1, avec 2,55 m, est trop importante pour correspondre à un étage de travail unique. Le petit front de taille* partiel conservé dans sa partie haute donne une hauteur de 1 m, inférieure à celle de GA2, mais pas forcément représentative dans la mesure où il s'agit d'une extension de l'exploitation vers le haut sur la base d'une galerie déjà ouverte. Les travaux anciens sont globalement trop mal conservés pour restituer la dynamique d'exploitation.

Concernant la chronologie de l'activité, une exploitation tardo-républicaine ne fait pas de doutes. L'homogénéité technique et les dimensions réduites du secteur ancien accessible plaident en faveur d'une activité menée dans un délai relativement court. Il s'agit tout de même d'une portion de réseau particulièrement réduite comparée avec l'ampleur

1 L'absence de charbons dans les niveaux inférieurs et plus particulièrement au contact de la sole* ne permettait malheureusement pas de dater les couches les plus anciennes.

2 Datation Poz-84531 : 2090 ±35 BP, soit 202-37 cal BC, 30-21 cal BC et 11-2 cal BC.

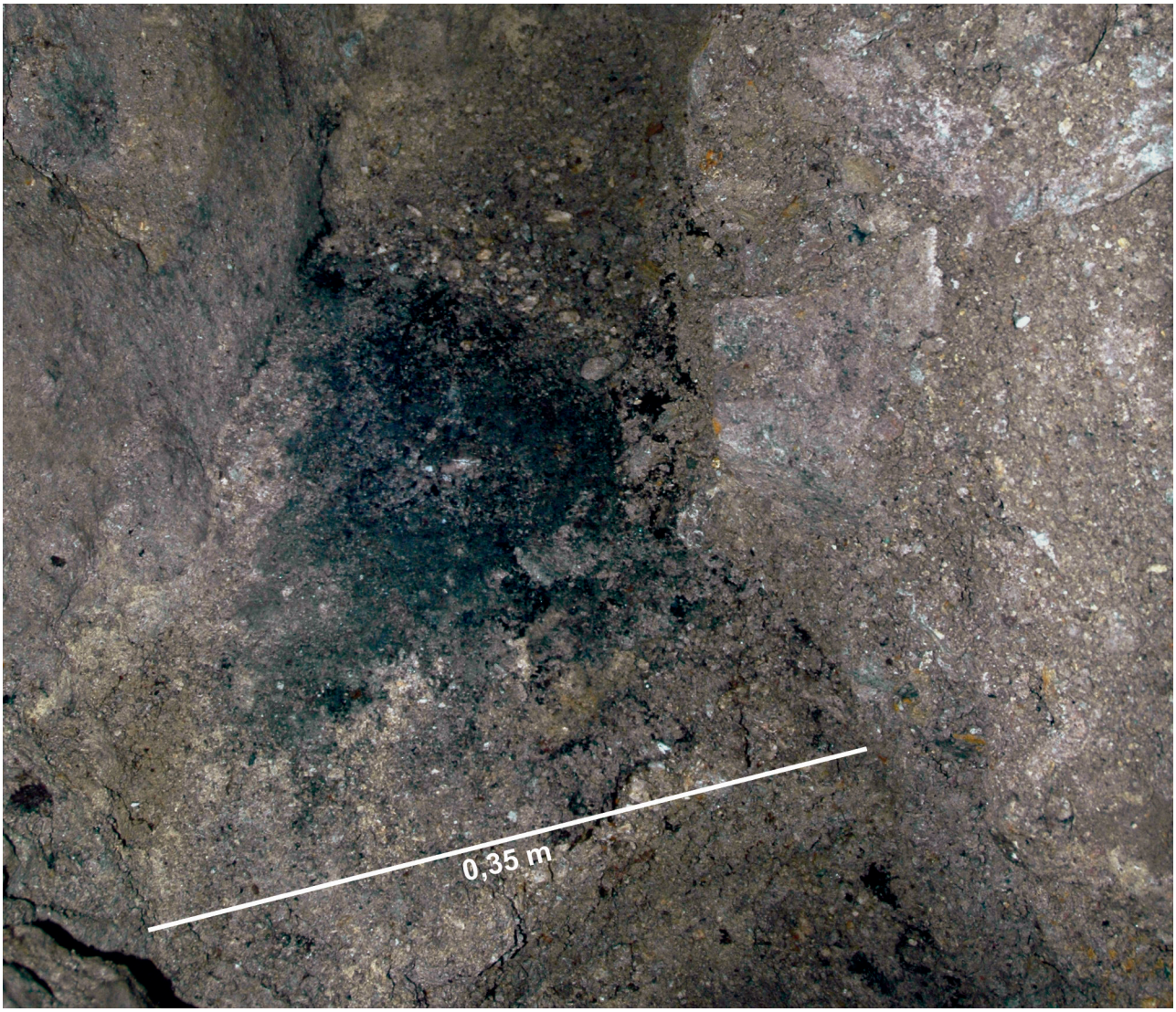


Fig. 130. Fouille de la galerie GA1, détail de l'US 4. *E. Meunier 2018*

des travaux décrite au début du XXe siècle, qui ne peut pas être considérée comme étant représentative de l'ensemble, dont on ignore presque tout. La chronologie du démarrage de l'exploitation de cette mine demeure ainsi une inconnue, tout comme la durée de l'activité ou l'existence de reprises avant le XVIIIe siècle.

Pour terminer, on constate sur le plan général des ouvrages miniers que la fosse AT8 et la descenderie AT7 se trouvent à l'aplomb des extrémités sud des galeries modernes GM1 et GM2, une trentaine de mètres plus haut (**fig. 119**). Il n'est cependant pas possible de les mettre en relation directe : les deux galeries modernes du réseau AT1 ne présentent aucune ouverture à la couronne*[3]. Les ouvrages de surface devaient communiquer avec les puits comblés et concrétionnés. Il est également probable que les anciens accès aux travaux, dont on ignore tout aujourd'hui, aient en réalité été repris et transformés lors des travaux plus récents sur le gisement. Les possibilités de connaître un jour la chronologie du démarrage de l'exploitation des Atiels s'en trouvent fortement réduites.

3 La localisation des indices de surface n'est pas aussi précise que le relevé souterrain du fait des marges d'erreur des GPS en contexte boisé (précision théorique de 4 m au moment de la mesure, sans doute plus proche de 10 m dans la pratique). Les structures AT7 et AT8 sont probablement un peu décalées par rapport au chantier souterrain. La couverture Lidar du territoire français annoncée par l'IGN permettra à l'avenir de corriger ces localisations.

Mine de La Tuilerie (Larbont)

La mine de la Tuilerie a exploité une minéralisation cuivreuse encaissée dans la dolomie dévonienne, à gangue* de barytine et de quartz (Dubois & Guilbaut 1982, 111). Les vestiges de travaux sont alignés suivant un axe nord-sud sur près de 150 m (**fig. 131**), entre 530 et 570 m d'altitude. Des tranchées de recherche ont été réalisées sur ce site entre 1981 et 1982 pour la barytine (Robert 1982, 2-3). Le premier vestige minier au nord correspond à une tranchée comblée profonde d'environ 1 m (TUI4). En continuant vers le sud, une fosse comblée de 5 à 6 m de diamètre (TUI1) interrompt la topographie naturelle. On rencontre ensuite une petite salle voûtée qui s'ouvre au jour, TUI2, puis une tranchée envahie par la végétation TUI3. Les haldes* ne sont plus visibles, mais des petites buttes en bordure des ouvrages peuvent correspondre à des déblais recouverts de végétation.

À l'ouest de ces vestiges, une zone perturbée correspond probablement à un autre secteur d'exploitation. Le terrain a été remanié lors des plantations de pins qui se trouvent au sud et à l'ouest et on ne peut observer correctement ces vestiges. On constate tout de même la présence d'affleurements rocheux qui ont au moins fait l'objet de grattages. Des blocs peuvent correspondre à des haldes* étalées. La végétation assez dense contribue à limiter les observations.

Les ouvrages de surface

La tranchée TUI4 (**fig. 132**) est difficilement datable en l'état car les parois rocheuses ne sont pas visibles. Son tracé légèrement sinueux et le profil évasé s'accordent mal avec des travaux récents, normalement plus rectilignes, mais la morphologie d'une tranchée de ce type reste un très mauvais argument chronologique. Les archives du BRGM de Toulouse que nous avons pu consulter à propos de ce site n'étaient pas accompagnées d'un plan des travaux, ce qui conduit à maintenir le doute.

La fosse TUI1 n'est guère plus parlante : comblée et recouverte de végétation, elle n'est pas datable (**fig. 133**). Toutefois, il faut signaler que deux lèvres d'amphore Dr 1A y ont été trouvées (**tabl. 18**). La fréquentation de ce site au Ier siècle av. n. è. s'en trouve de nouveau illustrée, après les mentions de panses d'amphores italiques signalées lors des premières prospections le long de la piste d'accès (Dubois & Guilbaut 1982, 111). Toutefois, la localisation de ces nouveaux tessons dans la partie supérieure du comblement de la fosse TUI1 pourrait dater son abandon plutôt que son creusement.

Catégorie	Type	Élément	NR	Commentaire
Amphore	Dressel 1A	Lèvre	1	TUI14-1, **fig. 136**
Amphore	Dressel 1	Lèvre	1	Éclat non dessiné
Amphore	Italique	Panse	3	Dubois & Guilbaut 1982, 111

Tabl. 18. Inventaire du mobilier de La Tuilerie.
NR : nombre de restes.

Enfin, la longue tranchée TUI3, noyée dans les broussailles, constitue un autre ouvrage indatable en l'état (**fig. 134, a**). Sa largeur dépasse légèrement le mètre et on distingue l'affleurement rocheux qui a été suivi par les mineurs près de son extrémité nord (**fig. 134, c**). Une voûte en pierre maçonnée est visible sur environ 0,5 m de long dans la partie centrale (**fig. 134, b**). Le mortier utilisé n'est pas antique, pour ce que les conditions d'observation ont permis de constater. Cet ouvrage se développe certainement en profondeur, la construction de la voûte n'ayant pas beaucoup de sens pour un ouvrage de surface peu profond. La jonction pouvait se faire avec l'ouvrage TUI2 en souterrain, mais leur comblement ne permet pas de l'assurer.

La portion de réseau ancien TUI2

La salle voutée TUI2 constitue la seule partie de cette mine dans laquelle on peut observer un minimum de travaux anciens. Les observations sont cependant limitées dans la mesure où cette salle est largement comblée de blocs stériles de 10 à 20 cm de côté. De plan circulaire (**fig. 135**), ses dimensions visibles atteignent un diamètre de 3 m et une hauteur maximale sur remblai de 1,20 m. On distingue la partie supérieure d'un creusement dans la paroi sud-est, émergeant de quelques centimètres au-dessus du remblai. Il peut s'agir d'une galerie qui rejoindrait la partie profonde de la tranchée TUI3, ou simplement d'une alvéole latérale.

Cette salle a été creusée dans un affleurement rocheux aujourd'hui caché par les arbres. Elle est ouverte au jour sur tout le côté nord. La paroi rocheuse située juste au-dessus de l'ouverture comporte une alvéole au profil courbe, vestige d'un niveau d'exploitation supérieur (**fig. 135**). Ce profil, tout comme la voûte lisse de la couronne* de la petite salle, témoigne de l'utilisation du feu pour ouvrir ces travaux. Des traces d'outil sont aussi visibles près de l'ouverture que l'on décèle dans la salle. Il faut également signaler que ces coupoles ont des diamètres importants : 2 m pour la salle et 1 m de corde pour l'arc de cercle de l'alvéole supérieure. L'observation des parois ne permet pas de déceler de reprise ou d'élargissement de ces coupoles, dont le volume est uniforme et montre que les feux ont été conduits dès le départ avec la volonté d'abattre des grandes quantités de roche.

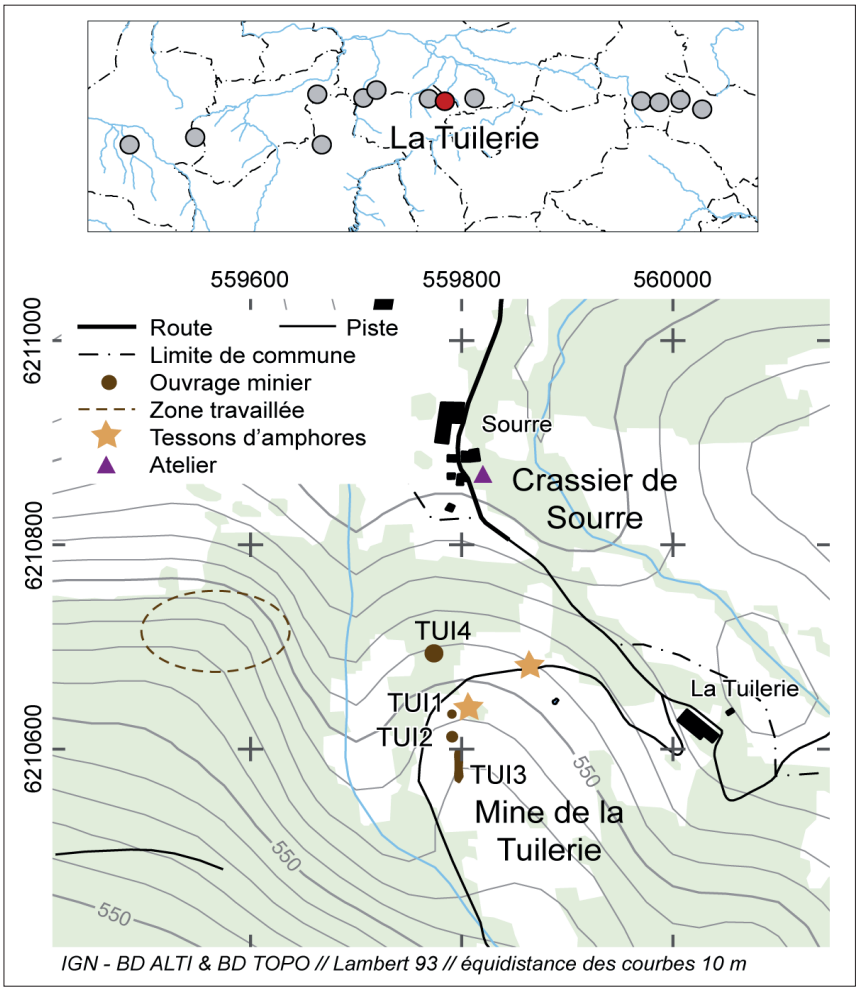


Fig. 131. Plan des travaux de la Tuilerie (Larbont). *E. Meunier 2022*

Fig. 132. Tranchée TUI4, vue depuis le nord. *E. Meunier 2018*

Fig. 133. La fosse TUI1, vue depuis le sud. *E. Meunier 2018*

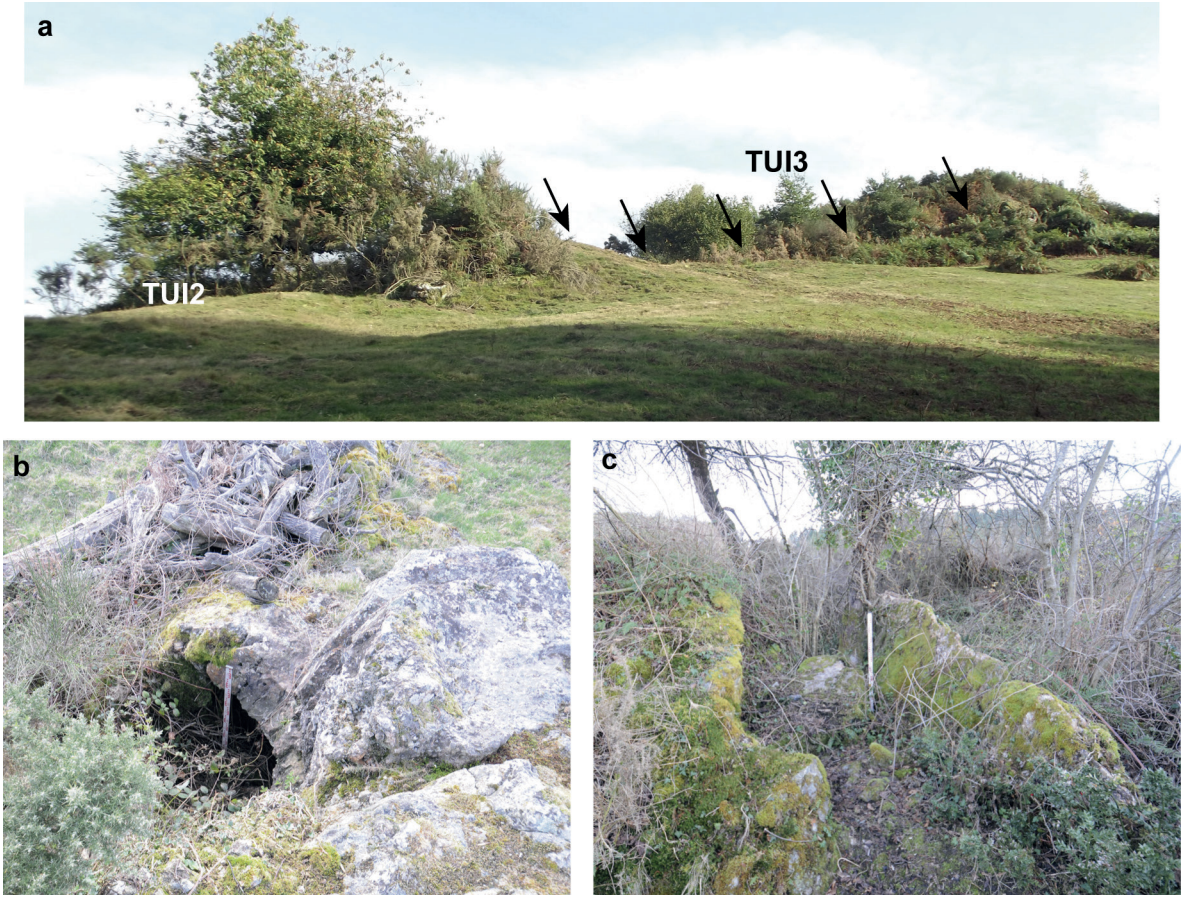


Fig. 134. Vues des ouvrages TUI2 et TUI3 : **a.** Vue d'ensemble, depuis le NO, avec les bourrelets de terre en bordure ; **b.** Voûte maçonnée dans la partie centrale de TUI3, vue depuis le sud ; **c.** Bordures rocheuses de la tranchée sur affleurement, vues depuis le sud. *E. Meunier 2018*

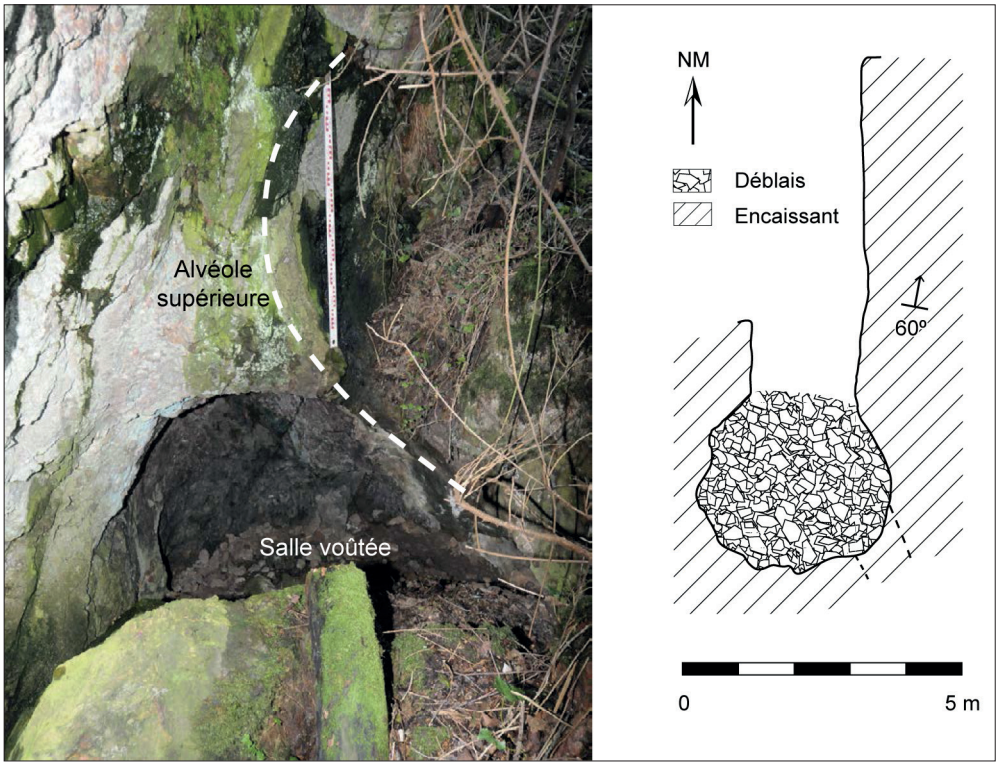


Fig. 135. Ouvrage TUI2, vue depuis le nord et plan (plan d'après Dubois & Guilbaut 1982, fig 5). *E. Meunier 2018*

Chronologie des travaux

Les éléments chronologiques, en l'absence de sondage, se limitent aux tessons d'amphores recueillis sur le site (**tabl. 18** et **fig. 136**). Leur chronologie est large, elle couvre une période allant des dernières années du IIe siècle av. n. è. jusqu'au troisième quart du Ier siècle av. n. è. Des reprises d'activités aux XVIIIe ou XIXe siècles sont tout à fait envisageables. Ces mines sont en effet connues dès le XVIIIe siècle (Dietrich 1786, 212). La voûte maçonnée pourrait correspondre à ces périodes.

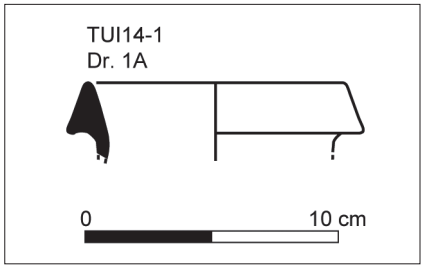


Fig. 136. Dessin du mobilier de La Tuilerie. *E. Meunier 2018*

Un autre élément est à prendre en compte au sujet de la chronologie de l'exploitation. Le site métallurgique de Sourre, situé à moins de 300 m au nord des travaux, a traité un minerai de cuivre qui aurait très bien pu provenir de la mine de la Tuilerie (voir le chapitre 7 de la partie 2 concernant la métallurgie). Les tessons d'amphores de type Pascual 1 mêlés au crassier* placent son activité dans les toutes dernières années du Ier siècle av. n. è. ou au début du Ier siècle de n. è. (Dubois *et al.* 1997, 207). On ne peut pas exclure un approvisionnement depuis la proche mine d'Hautech, mais il faut considérer que celle de La Tuilerie a pu fonctionner jusqu'à la période augustéenne, en continu pendant quelques décennies ou peut-être avec une interruption. L'état des recherches sur ce site ne permet pas de le préciser.

Chapitre 5.
Les réseaux anciens inaccessibles

Une partie des réseaux n'était déjà plus accessible lors des recherches menées par C. Dubois et J.-E.Guilbaut. Les choses n'ont pas changé pour ceux-ci, mais il faut leur ajouter le site de Lagarde, dont l'accès déjà limité aux travaux souterrains a été condamné par un glissement de terrain. L'inaccessibilité des réseaux anciens peut être due à deux facteurs[1], parfois conjugués. Le premier est le comblement des travaux, naturellement ou volontairement à la suite de leur abandon. Les chantiers à ciel ouvert ont été particulièrement concernés par ces rebouchages, suivis de la reprise de la végétation. Dans le cas de chantiers souterrains, il est possible que seule l'entrée soit bouchée et que l'intérieur du réseau soit ensuite dégagé. Il n'était cependant pas envisageable dans le cadre d'une thèse de se lancer dans des opérations de désobstruction. Le second facteur est la reprise d'exploitation à l'explosif de certains gisements, qui a entraîné la destruction des ouvrages précédents dans des proportions variables. Le fait qu'aucune reprise récente de grande ampleur n'ait eu lieu dans les mines de cuivre de l'Arize limite toutefois leur portée, bien que certains sites soient fortement touchés.

Pour cette série de mines, sans accès aux réseaux miniers, les données disponibles se limiteront donc aux éléments visibles en surface (départs de travaux, anomalies topographiques, mobilier) et aux éventuelles données d'archives. Ce sont néanmoins des informations significatives pour définir l'extension des exploitations dans ce district.

1 Les mises en sécurité récentes de chantiers miniers abandonnés sont un autre facteur de perte d'accès aux réseaux anciens, rarement pris en compte par les autorités chargées de la gestion de l'après-mine (Abraham 2009, 57-61 et 64). Cependant, nous avons la chance qu'aucune opération de ce type n'ait été menée sur les sites qui nous intéressent ici.

Mine de La Calotte (Rimont)

Les données dont nous disposons au sujet de la mine de la Calotte proviennent des archives minières, qui décrivent les travaux de recherche entrepris par Gaston Lacroix dans la première décennie du XXe siècle. Il s'agit de la mine la plus à l'ouest du district, qui est également la seule à être encaissée dans les schistes viséens. La minéralisation renferme des cuivres gris argentifères dans lesquels l'arsenic est plus fréquent que l'antimoine, ce qui correspond au pôle de la tennantite (Ulrich 1908, 4). La minéralisation est constituée de deux filons principaux parallèles orientés globalement nord-est/sud-ouest et séparés de 6 à 7 m. Ils sont recoupés par de nombreux filons croiseurs orientés nord/sud ou encore est/ouest. Des imprégnations en petites veines sont visibles dans les schistes au toit* et au mur* du filon (Anonyme 1907b). Les filons principaux ont une puissance irrégulière variant de 0,6 à 1,5 m. Des pincements multiples leur donnent une structure de colonne en chapelet. Des boules d'ophite* avec des inclusions de cuivres gris sont également signalées (Ulrich 1908, 2-4).

Les recherches menées sur ce site ont recoupé des vieux travaux à plusieurs niveaux (**fig. 137**). Ces derniers ont été reconnus sur une extension maximale de 150 m de longueur pour 90 m de hauteur, et le fond des travaux n'a pas été atteint (Anonyme 1907a). Les recherches récentes sont descendues jusqu'à 53 m de profondeur sous l'étage 0, qui correspond à l'entrée, proche du niveau du ruisseau (Ulrich 1908, 3). Les problèmes d'exhaure* rencontrés lors de ces recherches, avec une source dont le débit atteignait 200 L/s à l'étage -25, posent la question des moyens utilisés dans les travaux plus anciens pour s'en prémunir. C. Dubois a pu relever dans d'autres archives qu'un fragment de seau en bronze avait été trouvé lors des recherches minières du début du XXe siècle, ce qui pourrait être mis en relation avec un système d'exhaure*

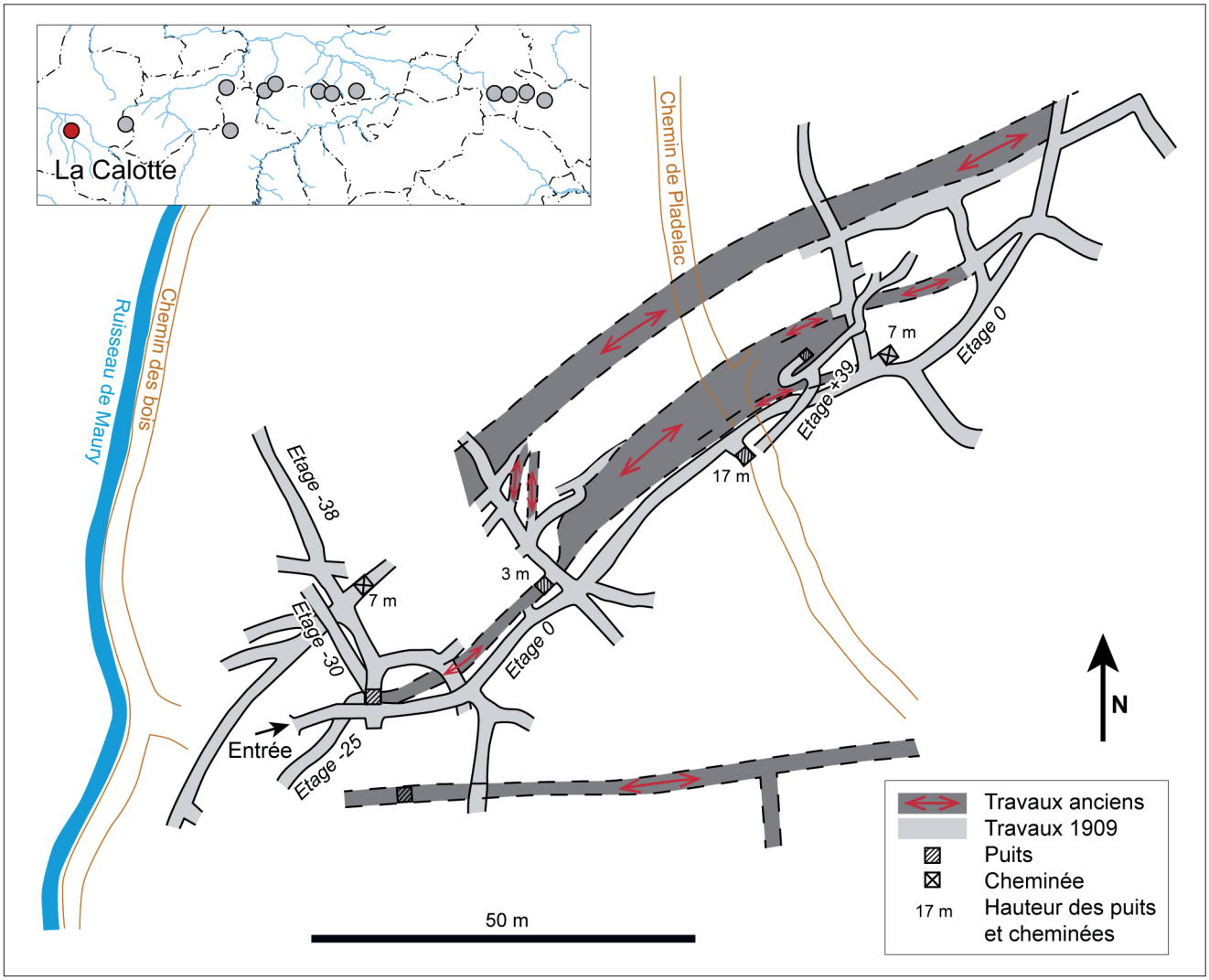


Fig. 137. Plan de la mine de la Calotte en 1909 (d'après Anonyme 1909). *E. Meunier 2022*

(Dubois & Métailié 1991, 66-67). Aucun travers-banc* dédié à cette fin n'a été identifié, le relief ne s'y prêtant d'ailleurs pas.

On sait par ces archives que les vieux travaux ont été creusés à la pointerolle et qu'ils ont suivi de près la minéralisation, se resserrant ou s'élargissant selon les variations de sa puissance. Les filons croiseurs ont été exploités de la même manière, donnant lieu à des ouvrages plus étroits. Une partie des vieux travaux était vide, mais certains secteurs avaient été remblayés. Dans un des secteurs profonds, les recherches récentes ont pu montrer que les vieux travaux s'étaient arrêtés sur un étranglement de la minéralisation sans chercher à la retrouver au-delà par une galerie à travers le stérile. L'ingénieur des mines, rédacteur anonyme de ce rapport, en conclut que les Anciens n'avaient pas complètement perçu la nature en chapelet discontinu de la minéralisation (Anonyme 1907b ; Ulrich 1908, 3-4).

Actuellement, ces ouvrages ne sont plus décelables que par deux départs de travaux comblés et par les haldes* étalées sur le versant, que l'on perçoit au sol malgré la végétation envahissante (**fig. 138**). Près du ruisseau, une tranchée donnant accès à une ancienne entrée bouchée (CAL1) correspond vraisemblablement à l'entrée de l'étage 0 des recherches du début du XXe siècle. La tête de puits effondrée (CAL2 – **fig. 138**, photo) pourrait correspondre à la cheminée de 7 m indiquée sur le plan d'archive à l'est du chemin de Pladelac. Une buse placée en bordure de la route actuelle (CAL3), plus haut sur le versant, correspondrait également, selon les riverains, à un ancien accès condamné à la mine.

Toute la zone où s'étalent les haldes* est parsemée de tessons d'amphores italiques, visibles malgré la végétation. Le talus partiellement effondré d'une ancienne piste qui traverse cette zone nous a permis d'identifier une petite concentration de mobilier (**fig. 139**), dont une panse d'amphore Dr 1C complète, brisée à la base du col et au départ du pied. Deux petites scories se trouvaient avec ce mobilier, le tout étant mêlé à une couche cendreuse visible par intermittence dans l'épaisseur du talus, visiblement affectée par un glissement de terrain ancien.

Le mobilier mis au jour est composé de plusieurs types d'amphores (**tabl. 19**)[2]. Tout d'abord, nous avons des fragments de panses d'amphore italique de type Dressel 1. Une lèvre provenait d'une Dressel 1A et une autre d'une amphore de transition entre les gréco-italiques et Dr 1A (**fig. 139**). Une quarantaine de fragments (panses) appartiennent à des amphores à huile de Brindes et cinq autres pourraient se rattacher à la forme Lamboglia 2. Ces derniers éléments nous situent plutôt au Ier siècle av. n. è., voire dans la deuxième moitié de ce siècle, alors que le type de transition entre gréco-italique et Dr 1A serait plutôt antérieur. Les tessons de panses de céramique commune et de céramique à pâte claire qui les accompagnaient ne permettent pas de préciser la chronologie.

Catégorie	Type	Élément	NR	Commentaires
Amphore	Transition Gréco-italique/ Dressel 1A	Lèvre	1	Dessin CAL15-1, **fig. 139**
Amphore	Dressel 1A	Lèvre	1	Dessin CAL15-2, **fig. 139**
Amphore	Dressel 1C	Panse	1	
Commune	Cuisson réductrice	Panse	7	Surface très érodée, possibilité d'un décor peigné
Commune	Non tournée	Panse	1	
Amphore	Dressel 1	Panse	15	
Amphore	Brindes	Panse	42	
Amphore	Lamboglia 2	Col	5	
Importation méditerranéenne	Pâte claire récente	Panse	3	
Métal	Scorie		2	
Amphore	Italique	-	-	Dubois & Métailié 1991, 66

Tabl. 19. Inventaire du mobilier de La Calotte. NR : nombre de restes.

Lors de ses recherches, C. Dubois avait signalé des tessons d'amphores dans le lit du Maury en contrebas des travaux. Ils étaient associés avec des haldes* formant un ilot dans le ruisseau (Dubois & Métailié 1991, 66). L'ensemble du mobilier ainsi identifié autour des travaux de La Calotte permet de proposer au moins une phase d'activité au cours du Ier siècle av. n. è., peut-être dès la fin du IIe siècle. D'autre part, la présence de deux petites scories et la nature cendreuse de la couche associée semblent indiquer qu'un atelier se trouvait à proximité. Nos prospections n'ont toutefois pas permis de localiser l'origine de cette couche, ni d'identifier dans les environs une zone propice à ce genre d'installation (replat dans le versant par exemple). La végétation dense ne facilitait pas les explorations.

2 L'identification des tessons a été réalisée par Laurence Benquet (Inrap).

L'ampleur des travaux anciens reconnus lors des recherches du début du XXe siècle est particulièrement importante : 150 m de longueur pour 90 m de hauteur, dont au moins 40 m sous le niveau du ruisseau. Les descriptions sommaires de l'allure des travaux, à la pointerolle et suivant de près la minéralisation, ne constituent pas une indication chronologique par elles-mêmes. Il est possible que plusieurs phases d'activité se soient succédé pour former des chantiers de cette ampleur. Dans ce cas, le Ier siècle av. n. è. constituerait l'une d'entre elles, sans que d'autres éléments sur le terrain nous permettent de préciser à quel moment se seraient déroulées la ou les autres phases.

Mines de Douach (Rimont)

Le groupe de travaux de Douach, situé sur la commune de Rimont, était signalé par C. Dubois et J.E. Guilbaut pour les tessons d'amphores à pâte orangée (panses, épaulement et une anse ovoïde) identifiés autour des travaux (Dubois & Guilbaut 1982, 114). Il s'agit d'un ensemble de vestiges miniers répartis sur 150 m est-ouest entre les cotes 585 et 615 m (**fig. 140**). La minéralisation, filonienne, contient de la chalcopyrite* et des cuivres gris, ainsi que de la galène*, dans une gangue* barytique. Ce gisement serait lié au contact entre les calcaires griottes rouges du Dévonien au sud et les calcaires cristallins du Viséen au nord (Anonyme 1903, 4 ; Dubois & Guilbaut 1982, 114).

Les travaux les plus à l'est (DCH1) correspondent à une galerie de recherche moderne qui s'ouvre dans le creux du vallon. Une autre entrée d'un réseau moderne se trouve au point DCH2 (**fig. 141, a**). Ce réseau peut se parcourir sur quelques dizaines de mètres tout au plus, avant d'atteindre des secteurs comblés. Un puits noyé témoigne de la poursuite des travaux en profondeur. En remontant le versant vers le sud-est, on observe des entrées comblées à la base de l'affleurement rocheux, DCH3 (**fig. 141, b**). Il est possible que celles-ci soient plus anciennes et aient constitué les premières attaques sur l'affleurement, avant la reprise par une galerie plus bas. Enfin, 50 m plus au sud-est, on trouve trois tranchées comblées, DCH4 à 6, de 10 à 25 m de long pour une largeur de 2 à 3 m (**fig. 141, c**). Il pourrait là aussi s'agir de travaux plus anciens, sans certitude.

Les réseaux accessibles présentent tous des traces d'exploitations récentes (trous de fleurets observés par endroits) et aucun vestige d'une phase antérieure n'a pu être observé. Les archives minières font état de recherches sur ce site (alors identifié sous le nom de Coumetorte) dans

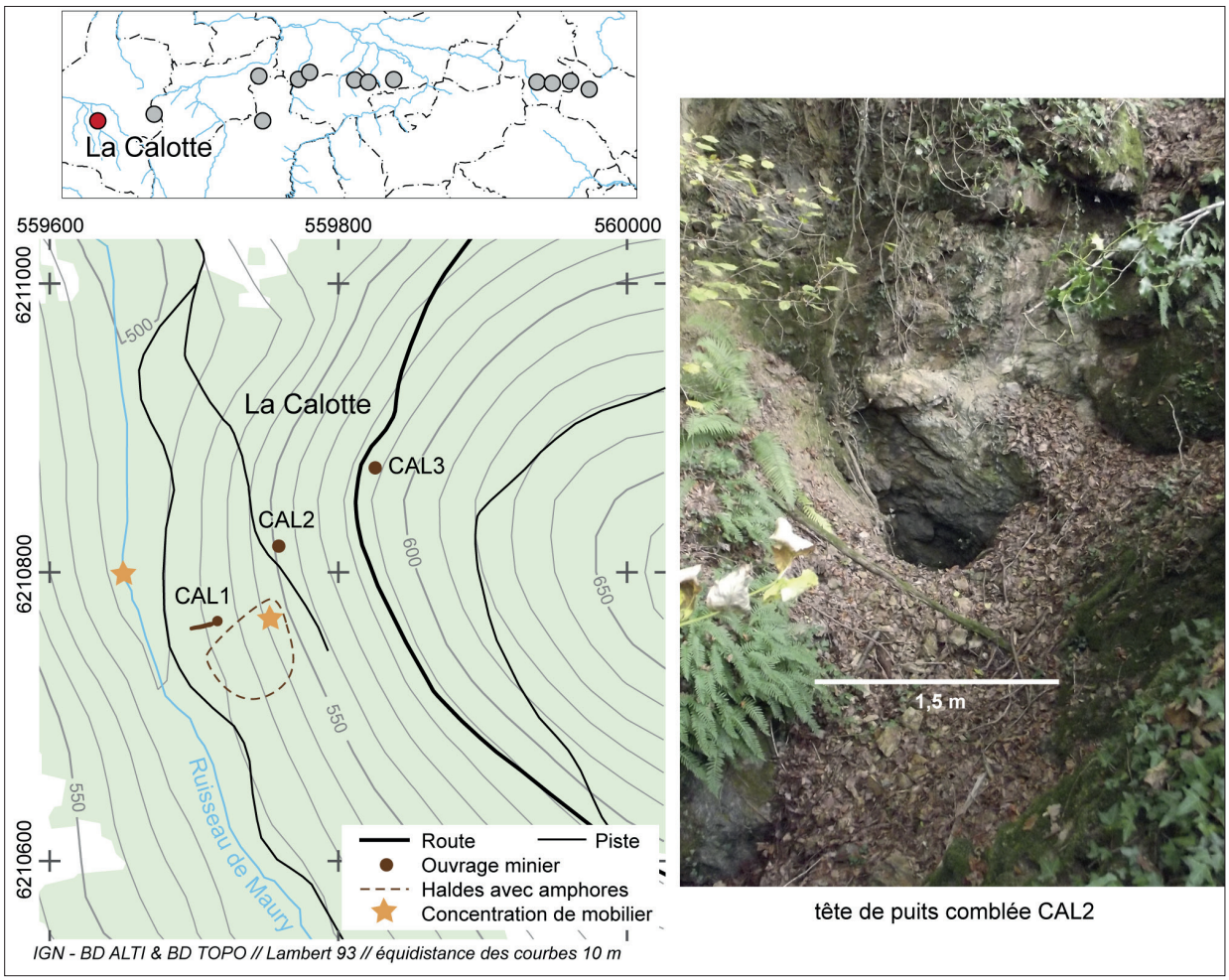


Fig. 138. Vestiges associés à la mine de La Calotte (Rimont). *E. Meunier 2023*

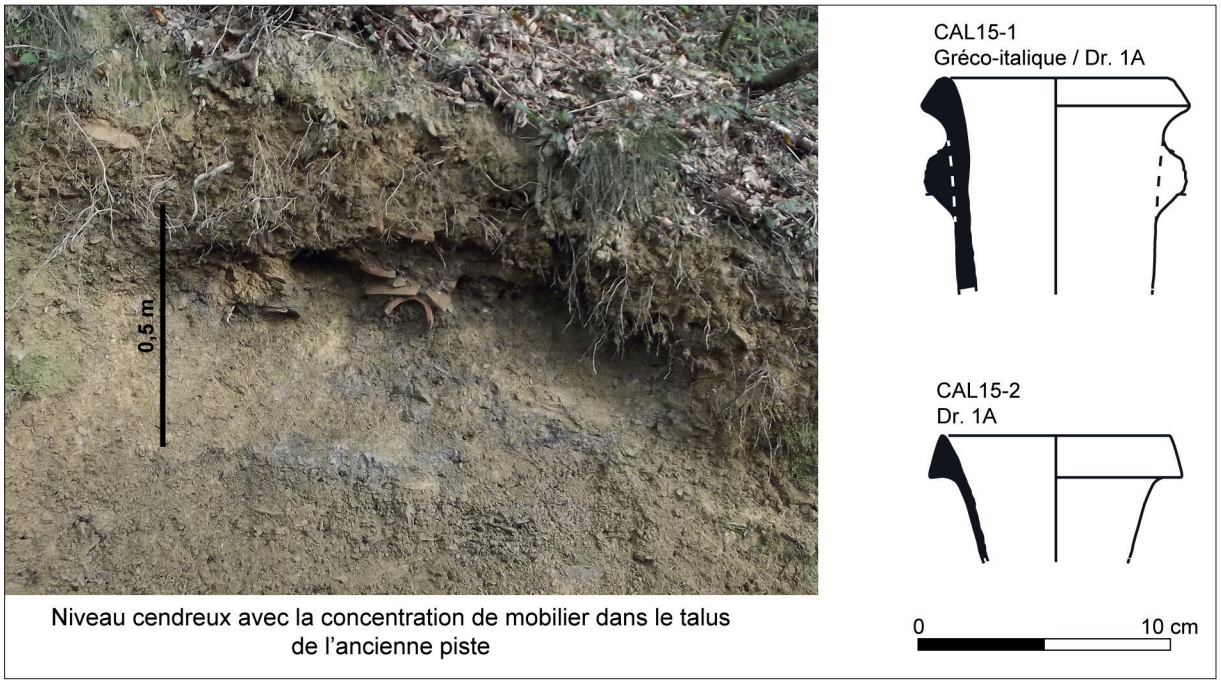


Fig. 139. Mobilier de La Calotte, localisation sur le terrain et dessins. *E. Meunier 2018*

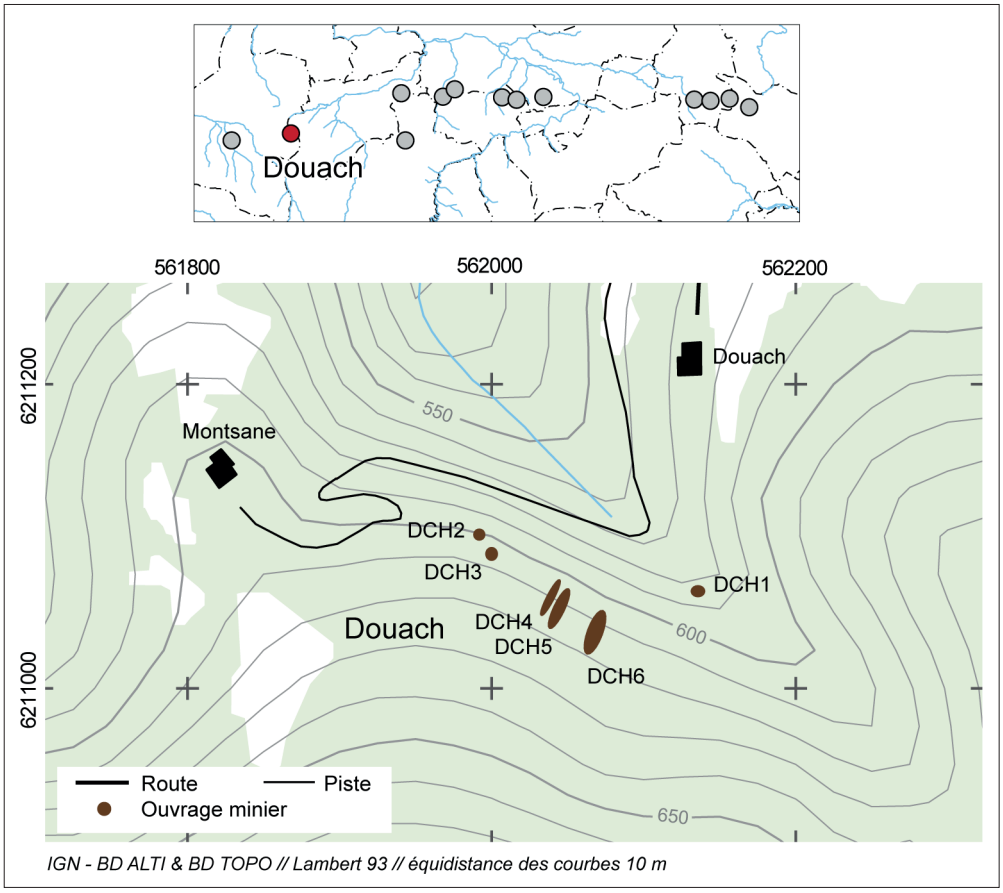


Fig. 140. Le site minier de Douach (Rimont). *E. Meunier 2022*

Fig. 141. Vue des ouvrages DCH2 (**a**) DCH3 (**b**) et DCH6 (**c**). *E. Meunier 2018*

les premières années du XXe siècle. Les recherches ont été entreprises à partir de l'exploration de vieux travaux dans lesquels du cuivre gris et de la galène* avaient été identifiés (Anonyme 1904). L'exploitation ancienne semble avoir délaissé la galène* et s'être concentrée sur le cuivre, dont un filon de 0,8 m de large avait été dépilé. Des "haldes* anciennes abondantes" sont également signalées à proximité de ces travaux (Anonyme 1903, 3-4).

Aucun mobilier archéologique n'a été repéré sur ce site lors de notre prospection. Les tessons d'amphore italique signalés par C. Dubois et J.-E. Guilbaut sont les seuls indices chronologiques concernant ces travaux anciens. Les tranchées DCH4, 5 et 6 et les entrées bouchées DCH3 sont les seuls éléments qui pourraient correspondre à des vestiges cohérents avec une exploitation antique. Leur comblement et la végétation empêchent d'en observer les parois pour confirmer l'utilisation de techniques anciennes. La prospection des alentours n'a pas non plus permis d'identifier de vestiges liés à un habitat ou à un atelier.

Mine de Lagarde (La Bastide-de-Sérou)

La colline de Lagarde renferme deux types de minéralisations : d'une part une minéralisation barytique à galène*, cuivre gris et chalcopyrite* et d'autre part du minium, un oxyde de plomb (Pb_3O_4). Ce dernier a fait l'objet d'exploitations récentes (XXe siècle) sous forme de fosses à ciel ouvert localisées sur les versants ouest et sud-est de la colline. Les travaux anciens ont concerné la minéralisation barytique à sulfures de plomb et de cuivre, située sur le versant nord-est, entre les cotes 480 et 520 (**fig. 142**). Cette minéralisation affleure sous la forme d'un gros amas barytique et se retrouve en souterrain encaissée dans la dolomie dévonienne (Dubois & Guilbaut 1982, 104). Des recherches minières ont été menées sur ce site, concluant au manque d'intérêt économique des minéralisations, mais signalant des grattages et deux galeries anciennes (Bertraneu & Bois 1959, 2).

Actuellement, ces travaux sont masqués par un bois de feuillus dense. L'accès qui existait encore dans les années 1980 à un petit chantier souterrain est désormais condamné par un glissement de terrain. On peut tout de même observer en surface plusieurs fosses de petites dimensions (2 à 3 m de diamètre), comblées, et les grattages sur l'affleurement barytique (**fig. 143**). Un puits d'environ 8 m de profondeur pour une largeur maximale de 1,2 m à l'ouverture pourrait permettre d'atteindre la partie souterraine, mais l'instabilité du terrain à proximité rend tout accès très dangereux. D'autre part, il s'agit d'un puits creusé lors des recherches menées au cours du XXe siècle sur ce site et il n'est pas sûr qu'il recoupe les travaux anciens. Les haldes* très instables s'étendent en contrebas des vestiges miniers jusqu'au bas du versant, rendant la progression délicate.

La partie du réseau explorée par C. Dubois et J.-E. Guilbaut avait livré des panses d'amphores italiques (Dubois & Guilbaut 1982, 104). Ces auteurs y signalent également une galerie d'un mètre de large ouverte à l'outil, qui pourrait correspondre à la phase antique de l'exploitation. Des travaux d'entretien de la piste qui longe la Goutte de Lagarde et l'ouverture d'une autre piste au nord des travaux entre 2014 et 2015 nous ont par ailleurs permis de récolter quelques lèvres d'amphores italiques, en mauvais état (**tabl. 20** et **fig. 144**). Les coupes fraîches des talus n'ont pas permis d'identifier de niveaux en place qui pourraient être à l'origine de ces tessons. Les niveaux superficiels semblent avoir été fortement remaniés lors des travaux récents. La chronologie de l'exploitation, selon les éléments disponibles actuellement, comporte deux phases : une première au Ier siècle av. n. è. et une seconde au XXe siècle.

Catégorie	Type	Élément	NR	Commentaires
Amphore	Italique	Panse	3	
Amphore	Dressel 1	Lèvre	1	Dessin – LAG14-1, **fig. 144**
Amphore	Dressel 1	Lèvre	1	Dessin – LAG14-2, **fig. 144**
Amphore	Italique	Panse	4	Dubois & Guilbaut 1982, 104

Tabl 20. Inventaire du mobilier de Lagarde.
NR : nombre de restes.

Mine du Coffre (Cadarcet)

Les vestiges miniers du Coffre sont en grande partie occultés par la végétation et le comblement des travaux. On distingue seulement des reliefs artificiels dans le terrain, notamment des petits ravins prononcés et étroits sous les arbres, en rupture avec la pente naturelle du versant (**fig. 145**). Il est presque impossible de reconnaître les trois entrées de galerie décrites par C. Dubois et J.-E. Guilbaut et signalées dans les archives minières (Dubois & Guilbaut 1982, 105 ; Anonyme non daté). Des recherches minières récentes menées à partir de vieux travaux entre 1899 et 1900 ont donné lieu à une petite exploitation d'une minéralisation de pyrite et cuivre gris (Clouet 1964, 10). C. Dubois précise que les deux galeries les plus à l'est étaient encaissées dans les calcschistes du Dévonien et que la troisième s'ouvrait dans le calcaire,

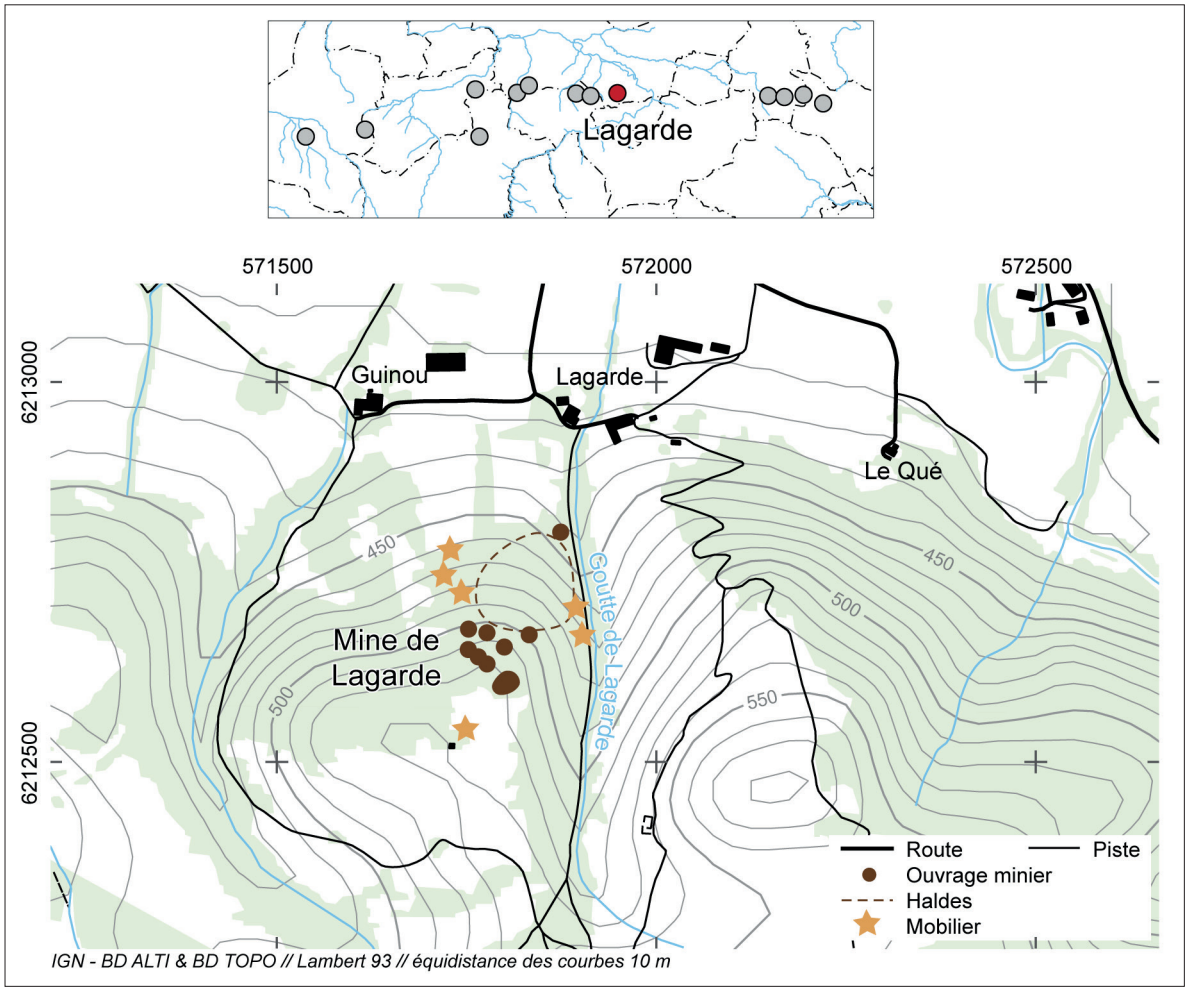


Fig. 142. Localisation des vestiges de la mine de Lagarde (La-Bastide-de-Sérou). *E. Meunier 2022*

Fig. 143. L'affleurement barytique de Lagarde objet de grattages, précédé d'une tranchée. *E. Meunier 2018*

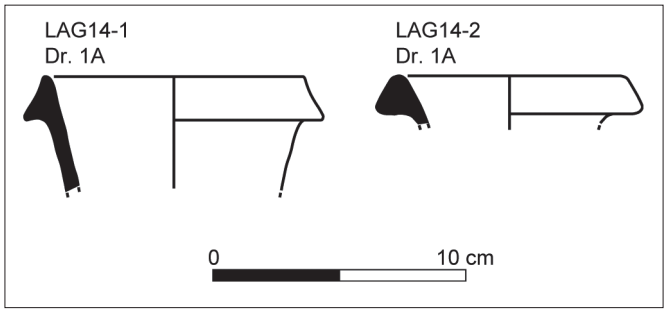


Fig. 144. Dessin du mobilier de Lagarde. *E. Meunier 2018*

également du Dévonien (Dubois & Guilbaut 1982, 105). Les deux premières galeries étaient déjà bouchées jusqu'à la couronne* lors des premières prospections. La troisième, qui devrait correspondre au travers-banc* de l'exploitation du début du XXe siècle, était effondrée à moins de 3 m de l'entrée.

En contrebas des vestiges les plus à l'ouest, une halde* s'étale sur le versant. Elle renferme de nombreux tessons d'amphores de grande taille remontés à la surface autour des terriers de blaireaux. Les plus représentatifs ont été collectés (**tabl. 21** et **fig. 146**). De fait, le mobilier archéologique est abondant tout autour des vestiges miniers. Les riverains du site confirment que des amphores et autres pots en céramique, pas toujours conservés, ont été trouvés régulièrement[3]. Ceci est d'autant plus remarquable que l'environnement se prête peu à la prospection : hormis quelques parcelles labourées au nord du site, le reste de l'espace est constitué de bois et de prés. Le lit des ruisseaux livre aussi des tessons de panses d'amphores en nombre. C. Dubois et J.-E. Guilbaut avaient eux aussi pu recueillir du mobilier varié : amphores de type Dr 1A, coupe campanienne A de type Lamb. 33 et une scorie cuivreuse. Une lampe en campanienne A de type Ricci E leur avait également été montrée par l'un des riverains (Dubois & Guilbaut 1982, 105-106).

Un atelier a de plus été identifié en contrebas de la mine, dans la zone labourée (**fig. 145**, en violet). Au mobilier céramique et amphorique s'ajoutaient en effet à cet endroit des scories et parois de four ou de foyer. Une prospection géophysique et un sondage ont été réalisés sur cette parcelle ; nous y reviendrons dans le chapitre 7 de cette partie sur la métallurgie. L'extension reconnue des vestiges (travaux miniers et mobilier) atteint près de 15 ha, ce qui, étant donné le contexte peu favorable à la prospection, laisse à penser à une occupation stable regroupant mine, atelier et habitat. L'habitat se situait probablement au sud-ouest des travaux,

Catégorie	Type	Élément	NR	Commentaire
Amphore	Indéterminé	Panse	3	
Amphore	Indéterminé	Anse	1	Section ovale
Commune	Cuisson oxydante	Panse	1	
Amphore	Dressel 1B	Panse	1	
Amphore	Dressel 1B	Anse	1	
Amphore	Dressel 1A	Lèvre	1	CFR15-1, **fig. 146**
Amphore	Dressel 1B	Lèvre	1	CFR15-2, **fig. 146**
Amphore	Tarraconaise	Panse	2	
Amphores	Dressel 1A	Lèvre	-	Dubois & Guilbaut 1982, 105-106
Campanienne A	Lamb. 33	Bord	1	
Campanienne A	Lampe Ricci E		1	

Tabl. 21. Inventaire du mobilier du Coffre. NR : nombre de restes.

d'où les cours d'eau peuvent drainer les tessons observés. La scorie signalée par C. Dubois et J.-E. Guilbaut près du ruisseau, en amont des labours, peut être isolée ou indiquer qu'un deuxième secteur d'atelier se trouvait plus au sud. Les prospections ne permettent pas d'aller au-delà de ces suppositions.

La chronologie donnée par le mobilier s'étend sur le Ier siècle av. n. è. avec une possibilité d'un démarrage de l'occupation dès la fin du IIe siècle. Le fait que les travaux miniers soient inaccessibles ne permet pas de confirmer s'il s'agit de la seule phase d'exploitation, mais les tessons mêlés aux haldes*, tout comme l'atelier en contrebas des travaux, confirment une activité à cette période.

Mine de Moutou (Cadarcet)

La mine de Moutou fait partie de la concession moderne de Montcoustand qui a connu plusieurs phases d'activité récentes. Un filon de plomb-zinc découvert au milieu du XIXe siècle est à l'origine des recherches et plusieurs chantiers ont été menés au début du XXe siècle sur d'autres filons similaires à proximité, jusqu'aux dernières phases de recherche dans les années 1960 et 1970 (Clouet 1964, 4-7). Ces minéralisations n'avaient pas fait l'objet de travaux antérieurs. En revanche, d'importants vestiges miniers anciens sont signalés un peu plus bas sur le versant depuis le XIXe siècle. Ces documents indiquent une exploitation de cuivre (chalcopyrite* et cuivre gris dans une gangue* de quartz et ponctuellement de barytine), mais l'encaissant, attribué au Dévonien, n'est pas décrit (Clouet 1964, 3 ; Dubois & Guilbaut 1982, 107). Le polymétallisme à l'échelle du Massif est bien illustré par la proximité de ces différentes minéralisations.

3 Nous remercions M. Fontan qui nous a permis d'observer le mobilier en sa possession, notamment des amphores italiques et tarraconaises, dont une presque entière.

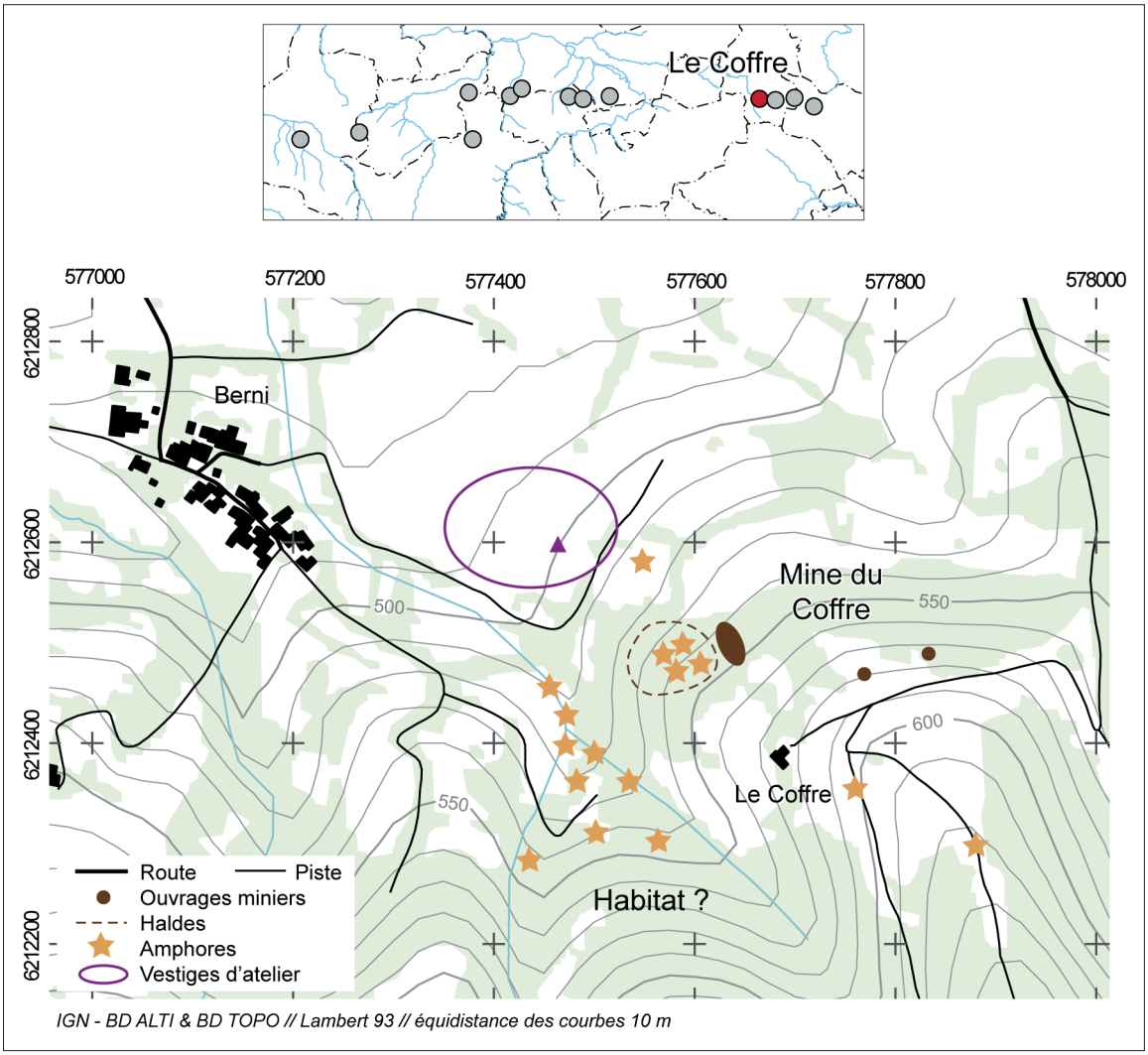


Fig. 145. Plan des vestiges du secteur du Coffre – Berni (Cadarcet). *E. Meunier 2018*

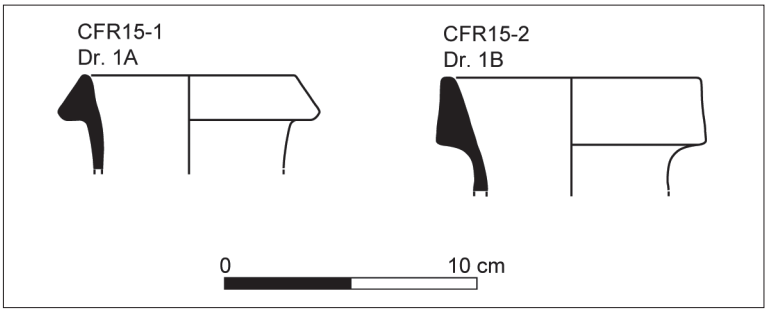


Fig. 146. Dessin du mobilier de la mine du Coffre. *E. Meunier 2018*

Les vestiges actuellement visibles se situent dans un bois et juste en lisière de celui-ci. Comme le laissaient entendre les documents anciens et les archives (Mussy 1870, 256), ces chantiers ont une extension assez importante. Ils sont répartis en deux groupes correspondant à deux corps minéralisés différents. Le premier, à l'ouest, a généré des travaux visibles sur une longueur d'environ 120 m, orientés est-ouest, noyés au milieu des houx. Le second, à l'est, s'étend sur 80 m nord-sud pour 60 m est-ouest (**fig. 147**).

Le groupe occidental, MOU1 à 5, est constitué d'entrées effondrées, de fosses comblées et d'une tête de puits (comblée à 5 m de profondeur), le tout environné de haldes*. Des petits fragments d'azurite dans les haldes* indiquent la présence de cuivre dans la minéralisation exploitée. Ces travaux sont étagés entre 550 et 620 m d'altitude. Des tessons d'amphores italiques récoltés dans le ruisseau en contrebas indiqueraient une phase d'activité entre la fin du IIe et le Ier siècle av. n. è. (Dubois & Métailié 1991, 63).

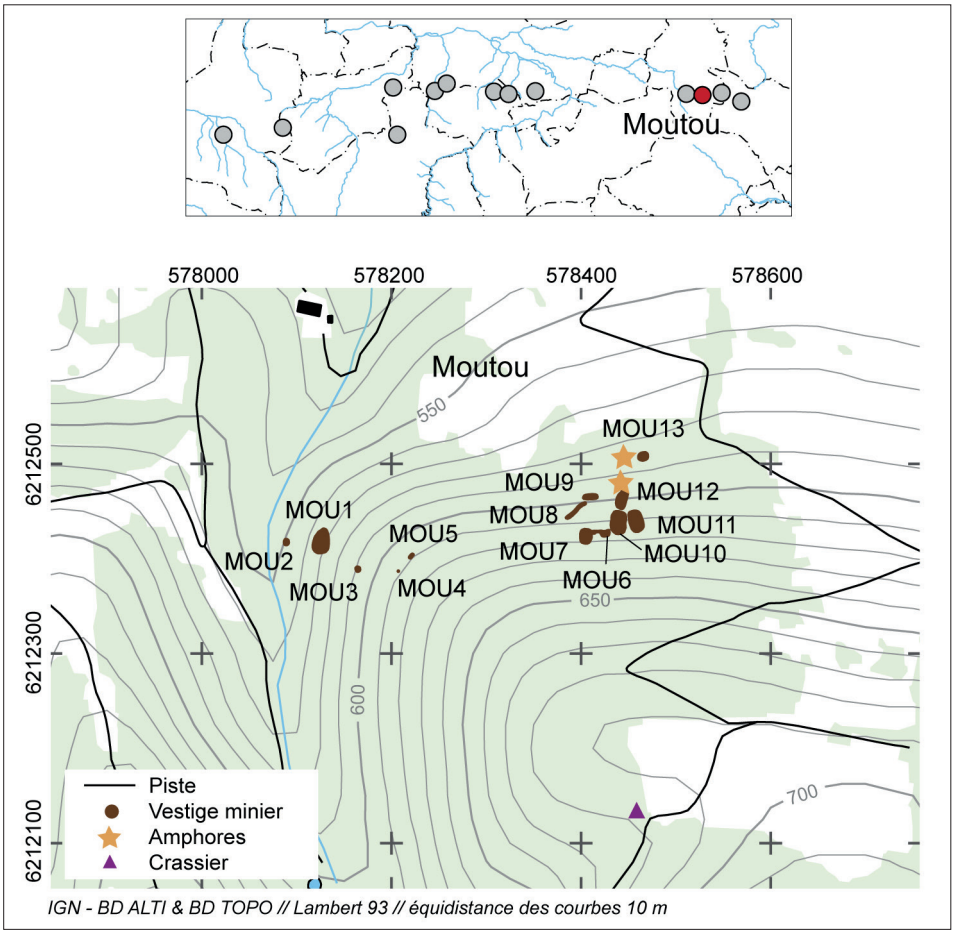


Fig. 147. Plan des travaux de Moutou (Cadarcet). *E. Meunier 2018*

Le second groupe (MOU 6 à 13) présente des vestiges de plus grande envergure, entre 580 et 620 m d'altitude. De grandes fosses grossièrement circulaires (MOU10, 11 et 12, 15 à 20 m de diamètre) et une tranchée (MOU8, 3 m de large)[4] côtoient deux affleurements massifs qui ont fait l'objet de grattages multiples (MOU6 et 7). Deux fosses plus petites (MOU9 et 13, 5 m de diam.) complètent l'ensemble (**fig. 148**). Ces fosses sont bien évidemment comblées, tout comme la tranchée. On ne peut pas dire en l'état si les travaux se développaient en souterrain ou s'il s'agissait de petites exploitations à ciel ouvert. Les haldes* ont un faible volume, mais ont pu être étalées ou évacuées pour les besoins de l'agriculture. Quelques tessons d'amphores italiques et tarraconaises ont cependant été identifiés autour de ces fosses (**tabl. 22**). La chronologie correspondrait donc au Ier siècle av. n. è., comme l'indiquaient les tessons d'amphore Dressel 1A signalés par C. Dubois le long de la piste menant aux travaux (Dubois *et al.* 1997, 206).

Outre les vestiges miniers, il faut signaler vers le sud un crassier* lié à la métallurgie des non-ferreux, qui s'étend sur environ 200 m² au milieu des arbres (Dubois *et al.* 1997, 210). Aucun mobilier autre que les scories n'a été recueilli dans ce crassier*, qui reste donc non daté malgré les diverses campagnes de prospection. L'opposition du propriétaire à la réalisation d'un sondage ne permet pas de résoudre cette question. Une scorie prélevée par C. Dubois lors de ses prospections a tout de même été analysée par F. Tollon (Dubois *et al.* 1997, 210). Nous y reviendrons plus bas, au chapitre concernant la métallurgie.

Catégorie	Type	Élément	NR	Commentaire
Amphore	Italique	Panse	2	
Amphore	Tarraconaise	Panse	1	
Amphore	Dressel 1A	-	-	Dubois *et al.* 1997, 206

Tabl. 22. Inventaire du mobilier de Moutou. NR : nombre de restes.

4 Les fosses comme la tranchée sont très larges et encombrées de bois morts enchevêtrés parmi les arbres encore sur pied, ce qui ne permet malheureusement pas de les photographier.

Affleurement MOU6 depuis le nord-est

Fosse MOU13 depuis le sud-ouest

Fig. 148. Vue des vestiges miniers MOU 6 et MOU13. *E. Meunier 2018*

Mine de Gayet (Cadarcet)

Les archives géologiques indiquent que la mine de Gayet est encaissée dans les calcaires dolomitiques du Dévonien et que la minéralisation de cuivre gris se trouve dans une gangue* barytique (Dubois & Guilbaut 1982, 106). Les reconnaissances menées sur ce site en 1878 ont mis au jour de très vieux travaux avec une galerie de près de 10 m sur des filons et un chapeau de fer contenant du cuivre (Clouet 1964, 19). Ces travaux se présentent actuellement sous la forme d'une grande fosse creusée dans le versant, où la végétation a repris ses droits (houx et feuillus). D'autres anomalies topographiques, situées entre 50 et 80 m au nord, pourraient correspondre à des vestiges miniers difficilement caractérisables ou à des haldes* remaniées (**fig. 149**). La galerie indiquée dans les archives n'est plus visible sur le terrain. Peut-être démarrait-elle depuis le fond de la fosse.

Nous avons réalisé un levé topographique de la fosse en 2014 (**fig. 150**). Globalement circulaire, elle s'ouvre vers le nord et présente une excroissance vers le sud. Son diamètre maximal est de 42,5 m dans le sens est-ouest et 46 m dans le sens nord-sud. Un ressaut rocheux central (largeur moyenne de 3 m), également orienté nord-sud, sépare la fosse en une zone orientale plus étroite (12 m en moyenne) et longue (63 m avec l'excroissance au sud) et une zone occidentale plus large (30 m en moyenne) et inscrite dans le plan circulaire principal. Cette barre rocheuse a été laissée en place car elle était stérile en cuivre. Il s'agit en effet d'un affleurement barytique massif. La profondeur actuelle de la fosse est de 5 m dans la partie est et 7 m vers l'ouest. L'excroissance au sud correspond à une prolongation de l'exploitation depuis la zone circulaire principale.

Aucun élément antique n'est actuellement visible en surface près de ces travaux. Dans la partie est, le fond de la fosse est tapissé de petits blocs à peine recouverts de végétation, ce qui indique des activités plutôt récentes. Cependant, trois sondages avaient été réalisés par C. Dubois à proximité de la grande fosse, vers le nord. Si deux d'entre eux n'ont rencontré que des haldes*, le troisième a livré du mobilier antique et un échantillon de minerai de cuivre (Dubois & Métailié 1991, 57-62). La proximité des maisons de Gayet et l'utilisation de ces dépressions comme dépotoir jusqu'à une période récente ont sans doute contribué à détruire une bonne partie des installations liées à l'activité minière.

Mine de Matet (Saint-Martin-de-Caralp)

Le site de Matet est référencé pour l'exploitation du cuivre, du plomb et du fer, et la roche encaissante de ces minéralisations est une dolomie dévonienne (Clouet 1964, 21 ; Dubois & Guilbaut 1982, 112). Les travaux n'étaient déjà plus accessibles lors des premières prospections. Seules deux entrées immédiatement comblées avec une halde* et deux tranchées récentes avaient alors pu être repérées. Lors de nos prospections (**fig. 151**), nous avons pu retrouver ces tranchées, orientées est-ouest, à 605 m d'altitude (MAT1 et MAT2). Larges d'un peu plus d'un mètre, elles sont envahies de végétation et on ne connaît pas leur profondeur. Outre ces tranchées, des travaux bouchés sur affleurement ont été identifiés une centaine de mètres plus à l'ouest (MAT3). Une petite paroi rocheuse verticale d'un peu plus de 2 m de haut située à la cote 570 a fait l'objet de grattages, qui se poursuivaient

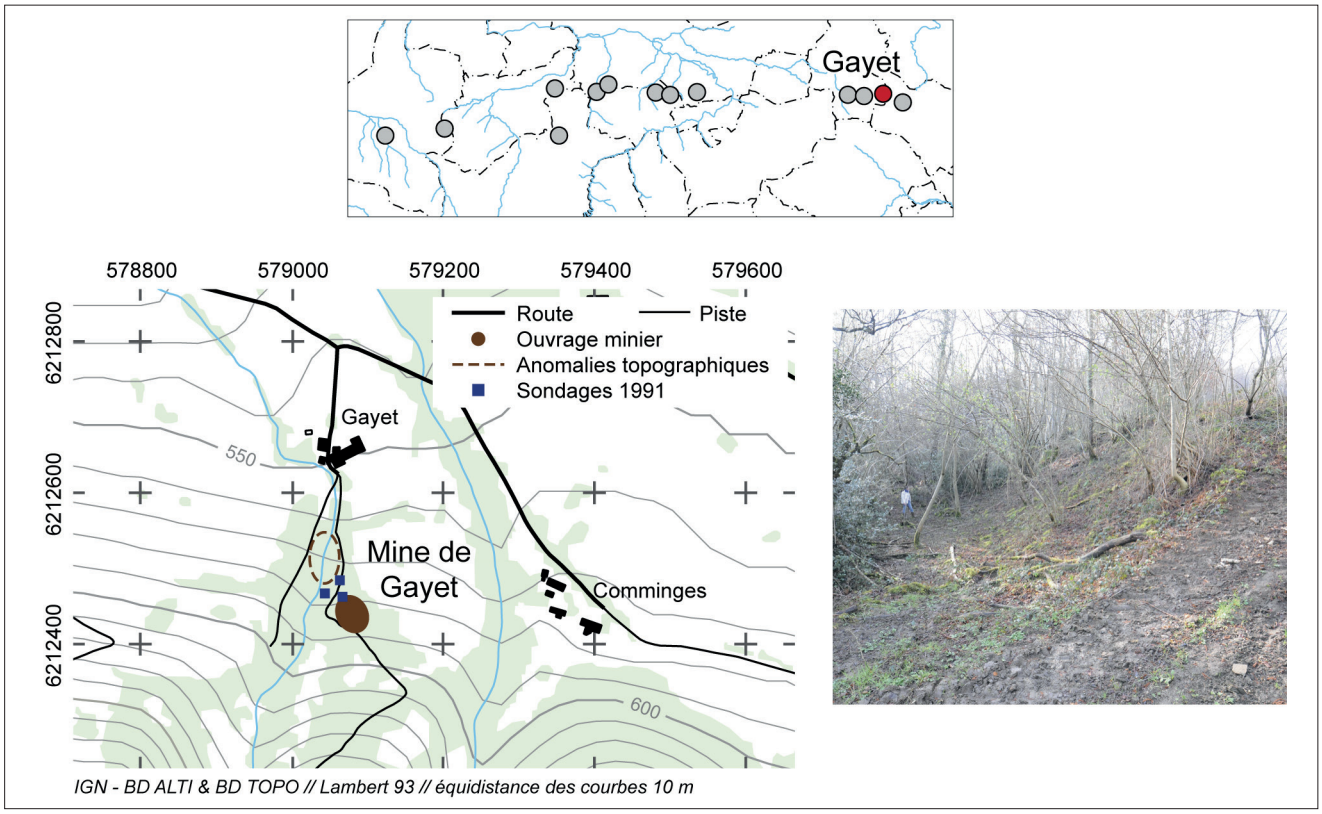


Fig. 149. Plan des travaux de Gayet (Cadarcet) et vue de la moitié ouest de la fosse (cliché C. Tămaş). *E. Meunier 2018*

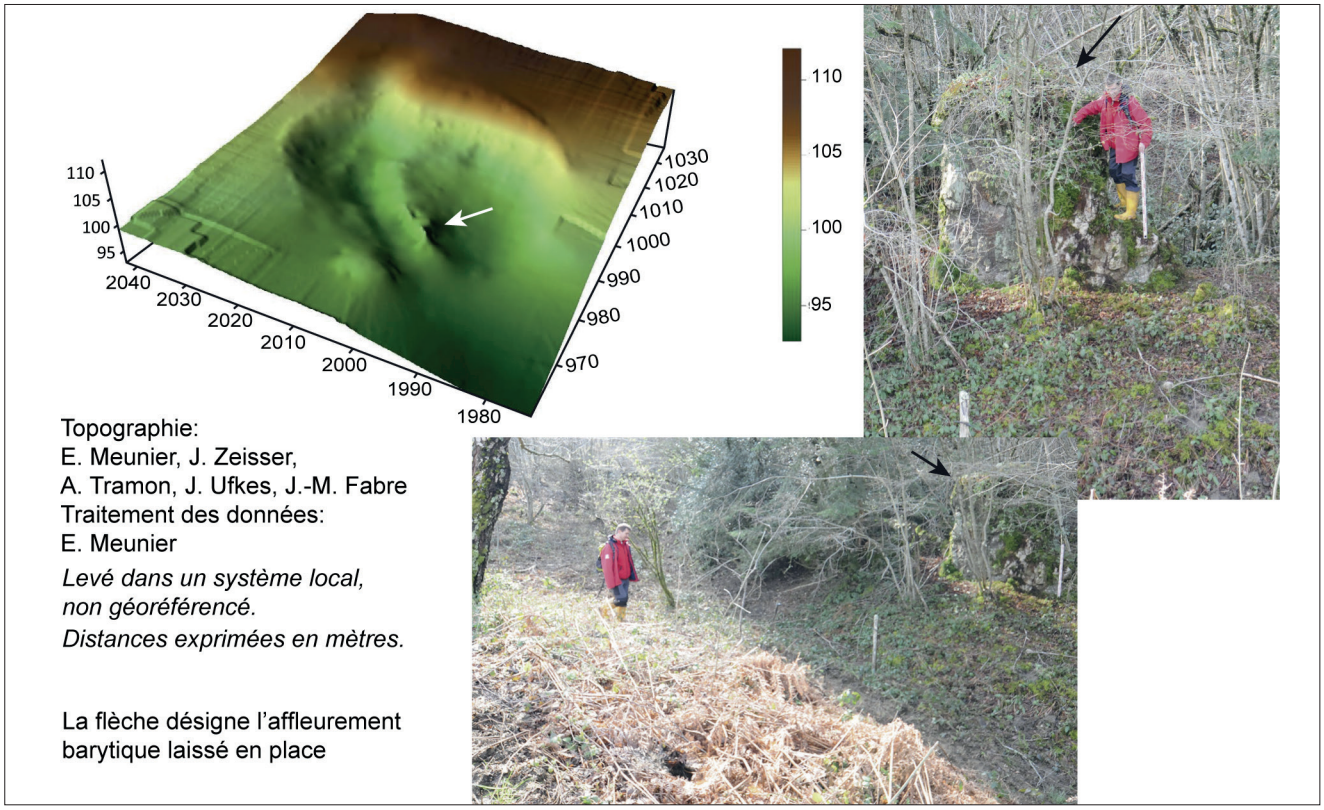


Fig. 150. Restitution topographique de la fosse et vue de la moitié est avec détail de l'affleurement barytique. *E. Meunier 2018*

probablement en souterrain (**fig. 152**). Enfin, une galerie de recherche ouverte à l'explosif (MAT4), située à mi-distance des tranchées et de l'affleurement, témoigne là encore des tentatives de reprises minières récentes avérées dans tout le secteur. Elle est accessible sur une quinzaine de mètres et se termine sur un front de taille* sans autre développement.

Aucun mobilier archéologique n'a été observé lors de nos prospections. Cependant, Mussy signale des "débris de poteries" et C. Dubois et J.-E. Guilbaut ont pu identifier trois petits tessons d'amphore italique dans les haldes*. Les tranchées, récentes selon ces auteurs, pourraient également avoir repris d'anciens travaux. Enfin, les grattages d'ampleur modeste et irréguliers observés sur l'affleurement MAT3 pourraient correspondre à la phase d'exploitation antique signalée par les tessons d'amphores. L'activité décelée autour des mines du Coffre, de Moutou et de Gayet au Ier siècle av. n. è. semble bien s'être étendue jusqu'au gisement de Matet.

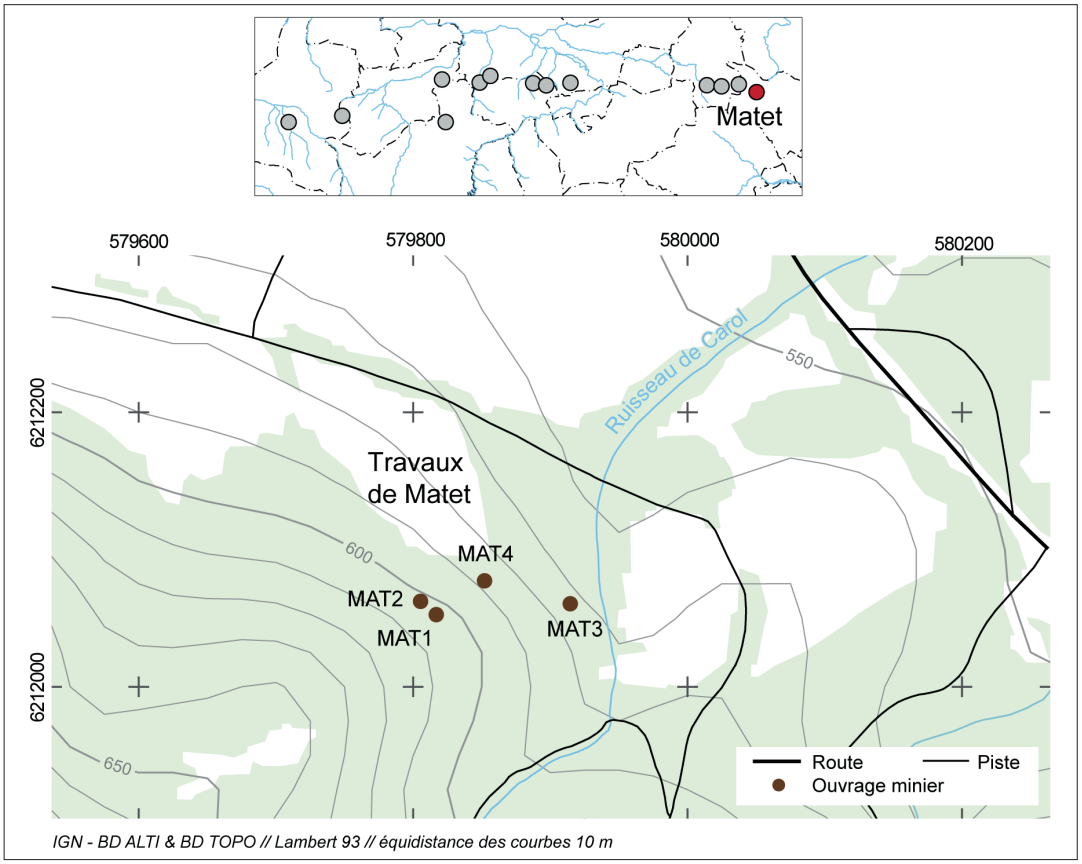


Fig. 151. Plan des travaux de Matet (St-Martin-de-Caralp). *E. Meunier 2018*

Fig. 152. Vue de l'affleurement MAT3. *E. Meunier 2018*

Chapitre 6.
Synthèse des données minières

Trois périodes d'activité anciennes ont été reconnues sur le district (**fig. 153**). La première phase, mise en lumière par le radiocarbone, se situe dans l'intervalle des IVe et IIIe siècles av. n. è. Les deux tessons d'amphores anciennes d'Hautech sont inclus dans cet intervalle. La deuxième phase, bien visible grâce à l'abondance du mobilier associé, principalement amphorique, et corroborée par des datations absolues, a eu lieu entre la fin du IIe siècle av. n. è. et la période augustéenne. La troisième et dernière identifiée sur le terrain avant les reprises récentes correspond au XIVe siècle, d'après les datations radiocarbone également.

S'il est assez évident que l'activité s'interrompt entre la période augustéenne et le XIVe siècle, la situation au cours du IIe siècle av. n. è. n'est pas aussi claire. Deux dates radiocarbone incluent cette période dans leur intervalle calibré, à La Coustalade et aux Atiels. Les amphores gréco-italiques tardives d'Hautech et même les Dr 1 ont circulé aussi dans la seconde moitié de ce siècle. Cependant, lorsque le mobilier est plus varié, la chronologie se recentre plutôt sur le Ier siècle av. n. è. Pour La Coustalade, nous avons indiqué que la stratigraphie du renfoncement d'où proviennent l'amphore et le charbon daté entre les IIe et Ier siècles av. n. è. incitait plutôt à prendre en considération la fin de l'intervalle radiocarbone calibré. La mine de Rougé et le chantier HAU9 en sont quant à eux à une étape très avancée de leur exploitation à la fin du IIIe siècle av. n. è., permettant difficilement d'imaginer une exploitation continue jusqu'à Ier siècle. Pour les Atiels, le secteur ancien conservé ne représente toutefois qu'une infime partie de la mine ancienne, on ne peut donc pas exclure une activité dès le IIe siècle av. n. è. À Hautech, le nombre de chantiers miniers encore visibles en surface et l'étendue du chantier HAU5 pourrait aussi laisser la possibilité d'une exploitation qui se prolonge à l'échelle du site au cours du IIe siècle, même si les chantiers plus modestes sont vidés plus tôt. La situation a pu être variable d'une mine à l'autre à l'intérieur du district.

L'importance relative de ces trois périodes d'exploitation est un autre aspect qui demande à être discuté. Les données chronologiques ne sont pas suffisantes pour évaluer pour chaque mine le volume des travaux réalisés lors des différentes phases. Les informations données par la morphologie des chantiers peuvent contribuer à avancer sur cette question. En effet, si la forme des travaux dépend en premier lieu de la disposition des corps minéralisés, plusieurs caractéristiques reflètent les choix des mineurs dans la mise en œuvre de l'exploitation. Lorsque les mêmes solutions techniques sont mises en œuvre dans plusieurs mines, on peut en déduire un partage des connaissances entre les équipes de mineurs et donc une contemporanéité des travaux.

Le premier élément qui caractérise les chantiers du front nord du massif de l'Arize est le démarrage de l'exploitation depuis l'affleurement, avec une poursuite des travaux en souterrain. Il n'y a pas de descenderie à travers le stérile, le type de minéralisation se prêtant à une exploitation directe depuis l'affleurement. On remarque aussi que plusieurs entrées ont été ouvertes au Goutil, à Rougé, à La Coustalade et à Hautech, permettant de multiplier les fronts d'attaques des gisements.

À l'intérieur des travaux, la plupart des chantiers suivent de près la minéralisation, limitant au maximum les creusements dans le stérile. L'absence de marches, même étroites, pour faciliter la progression dans les chantiers inclinés de Rougé a été soulignée. Cela reflète à la fois une connaissance empirique de la géologie et un souci d'assurer la rentabilité de l'exploitation. Dans les secteurs où la minéralisation suivie est peu puissante, les négatifs des creusements nous donnent une idée du gabarit minimal de creusement. Les profils ovoïdes atteignent une largeur au centre oscillant entre 0,6 et 0,8 m, ce qui permet à un adulte de s'y déplacer, sans être toujours debout toutefois : la hauteur des étages d'exploitation dépasse de peu le mètre (**fig. 154**).

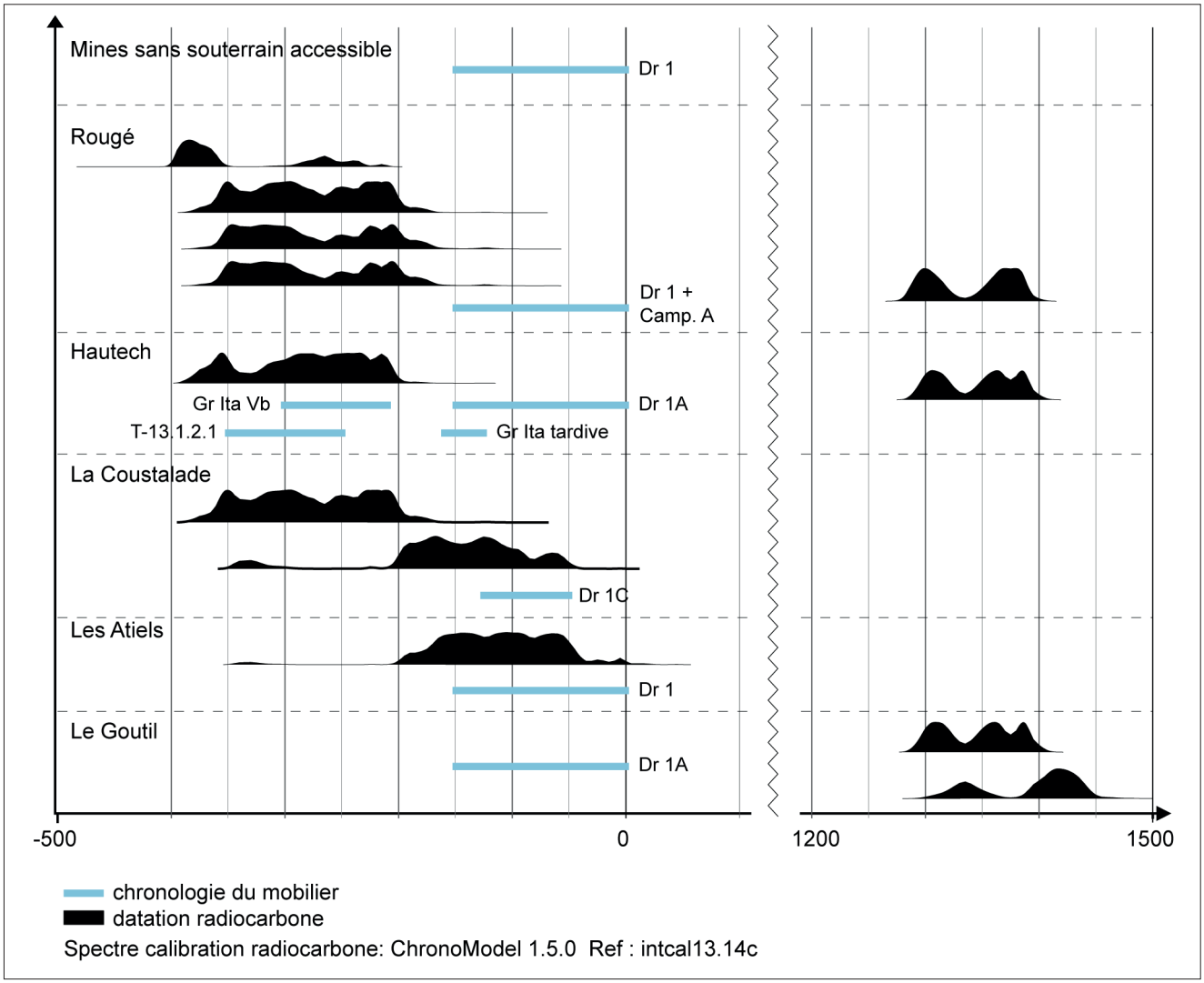


Fig. 153. Synthèse des datations obtenues dans les mines du district à cuivre argentifère de l'Arize. *E. Meunier 2022*

La progression par étages horizontaux s'approfondissant successivement est aussi une caractéristique commune de ces ouvrages.

Les creusements larges que l'on a décrits au Goutil (grands volumes à creusement unique réseaux Est et Ouest) ou encore ponctuellement à Hautech (coupoles larges à HAU9 et HAU16) sont des exceptions qui doivent correspondre à la reprise médiévale, selon la date obtenue sous la coupole de la mine HAU9. La grande coupole de l'étage -3,87 à Rougé (**fig. 56**) ainsi que celles que l'on voit sur le chantier de La Tuilerie (**fig. 135**), montrant elles aussi un profil uniforme avec un diamètre qui dépasse le mètre, correspondent probablement au Moyen âge également. L'épandage charbonneux de l'US 105 du sondage 1 de Rougé, au même étage que cette grande coupole, pourraient provenir de son creusement. L'ouverture de ces grandes coupoles augmentait la quantité de stériles abattus et montre une logique d'exploitation bien différente de la recherche d'économie constatée pour les ouvrages les plus anciens.

Cet investissement supplémentaire dans l'exploitation n'est pas évident à justifier ici. La circulation dans les réseaux se trouve largement améliorée dans les galeries larges : deux personnes peuvent se croiser, leur hauteur permet de se tenir debout. Cela contribue certainement à fluidifier le travail d'extraction. Cependant, les grandes coupoles observées dans les parties profondes des mines HAU9 et HAU16, alors que les accès n'ont pas été élargis, affaiblissent l'argument, tout comme celle que l'on voit en couronne* dans la mine du Goutil Ouest, qui approche les 4 m de diamètre (**fig. 99**, photo g). Une autre explication pour cet élargissement des creusements pourrait se trouver dans une amélioration des rendements des opérations de métallurgie primaire, qui permettent de récupérer une plus grande part des métaux contenus dans la roche extraite, et notamment de l'argent, dont la valeur élevée pourrait justifier un tel investissement dans l'extraction. Le traitement des cuivres gris argentifères a en effet évolué au Moyen âge, permettant de récupérer plus efficacement le métal précieux contenu dans ces minerais par le procédé de liquation et ressuage (L'Héritier 2012).

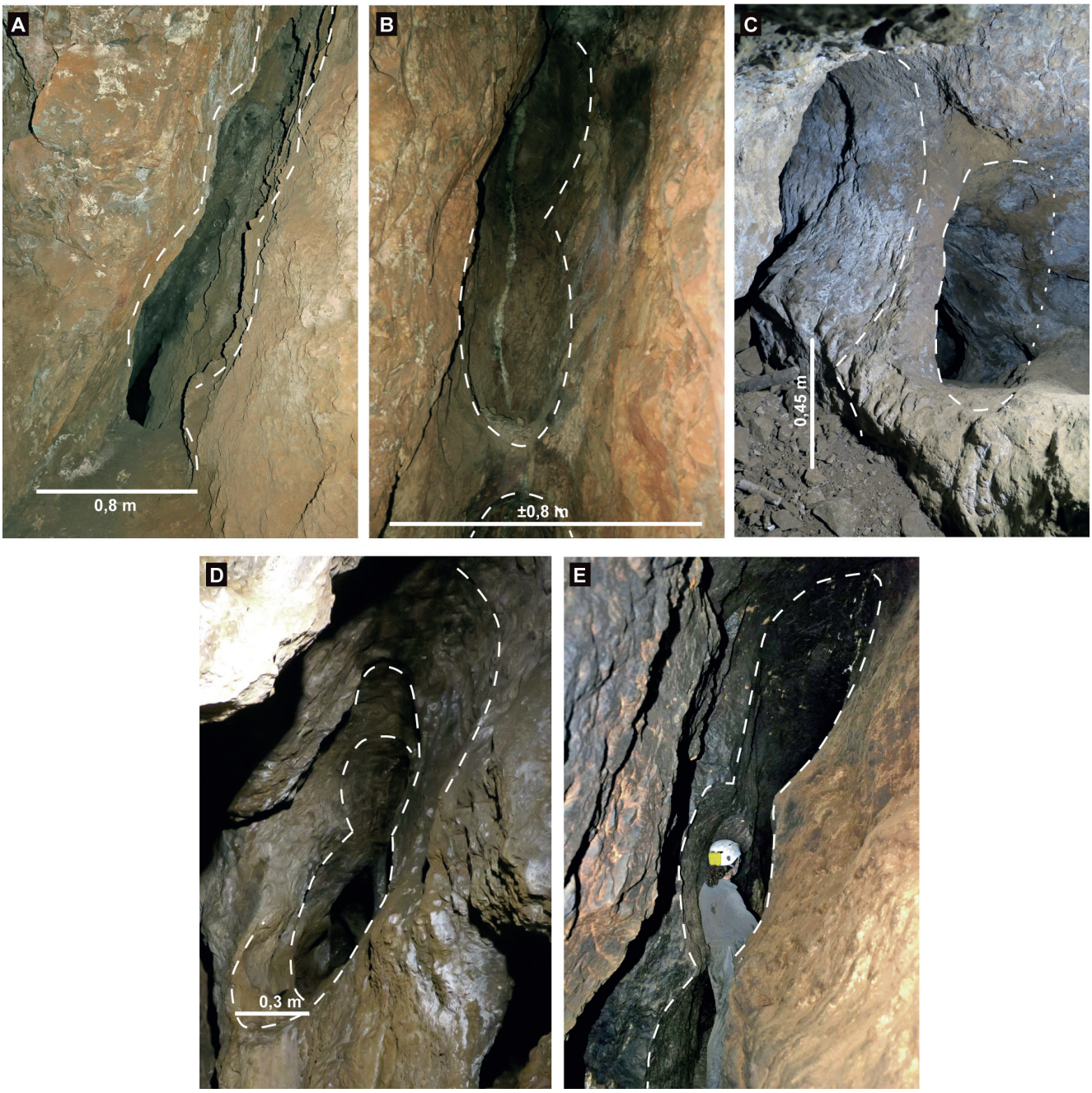


Fig. 154. Exemples de profils de chantiers étroits, montrant le gabarit minimal le plus courant. **A.** La Coustalade ; **B.** Hautech5 ; **C** et **D.** Le Goutil Est ; **E.** Le Goutil Ouest (cliché E : G. Munteanu). *E. Meunier 2022*

L'absence d'atelier de la période ne permet toutefois pas d'être sûr des méthodes employées dans ce district, laissant ces considérations au stade de l'hypothèse.

L'abattage au feu est la technique la plus communément utilisée dans ce district. Elle caractérise en particulier tous les chantiers ouverts dès les IVe et IIIe siècles av. n. è. L'utilisation du feu a des implications sur les besoins annexes de l'exploitation, pour lesquels la gestion des ressources boisées acquiert d'autant plus d'importance. L'abattage des arbres doit être prévu à l'avance pour que les mineurs disposent de bûches sèches pour leur travail (Dubois 1990, 49). À la période tardo-républicaine et au Moyen Âge, l'abattage au feu est toujours pratiqué. La reprise identifiée à La Coustalade et les chantiers de grand volume ouverts au feu au XIVe siècle (Hautech 9) le montrent. L'utilisation du feu pour l'abattage requérait aussi une maîtrise de la ventilation des travaux, pour apporter l'oxygène nécessaire à la combustion et pour évacuer les fumées. Les profondeurs atteintes à Rougé à la fin du IIIe siècle montrent que les mineurs ont su gérer ces contingences.

L'abattage à l'outil a toutefois été privilégié dans quelques cas. La partie ancienne du réseau des Atiels est entièrement

ouverte au moyen de cette technique (**fig. 127** et **128**). Dans le réseau du Goutil Est, le secteur oriental du réseau, près de la limite d'extension des travaux, est ouvert majoritairement à l'outil (**fig. 92, a** et **fig. 93, d**). Ailleurs dans ce réseau, le feu et l'outil peuvent cohabiter, notamment pour une partie des reprises sur les filons verticaux. Dans le réseau ouest du Goutil, l'outil semble dominer dans la partie centrale du réseau, mais les deux techniques sont utilisées (**fig. 97**). Les traces d'outil ne se trouvent jamais près des entrées, ce qui confirme que le démarrage des exploitations s'est fait systématiquement par l'usage du feu. Le fait que ce mode d'abattage soit limité à certains secteurs particuliers pourrait constituer, dans le cas de ce district, un critère chronologique. La datation tardo-républicaine obtenue dans le chantier des Atiels, ouvert entièrement à l'outil, nous incite à attribuer ce type d'abattage à cette période. Son utilisation au Moyen Âge est également possible. On peut aussi souligner que certains travaux à l'outil ont un profil courbe alors que d'autres sont plus anguleux. Pour les premiers, la question d'une combinaison de l'utilisation du feu et d'un travail à l'outil peut se poser. Cette option a été proposée pour expliquer le profil ovoïde et constellé de traces d'outils de certains secteurs dans la mine romaine de la Rambla del Abenque à La Unión (Cartagena, Espagne), tout en rappelant que ce profil ovoïde peut aussi être le résultat de la position et des mouvements du mineur pour réaliser ce travail (Fabre *et al*. 2017, 136-137).

Le soutènement des chantiers est assuré par des piliers stériles ou faiblement minéralisés laissés en place (**fig. 155**, **fig. 112, c**, **fig. 55, b**). Leur distribution est irrégulière, illustrant le choix fait par les mineurs de profiter des pincements de la minéralisation pour économiser leurs creusements, ouvrant plus largement les secteurs suffisamment riches. On les retrouve ainsi dans les secteurs où les volumes des chantiers sont plus limités, constituant ainsi une caractéristique supplémentaire des ouvrages les plus anciens. Dans les travaux de grand volume, presque aucun pilier n'a été laissé en place. Si des boisages ont été utilisés, il n'en reste aucune trace. Le bon état de conservation des parois et des couronnes* montre que la roche calcaire encaissante était suffisamment solide pour tenir malgré les vides créés. L'irrégularité de la distribution des piliers stériles dans les ouvrages de plus petit gabarit peut montrer que les mineurs avaient eu très tôt conscience de cette caractéristique et que les piliers laissés en place répondaient autant à un souci d'économie de creusement que de sécurité des travaux. Dans

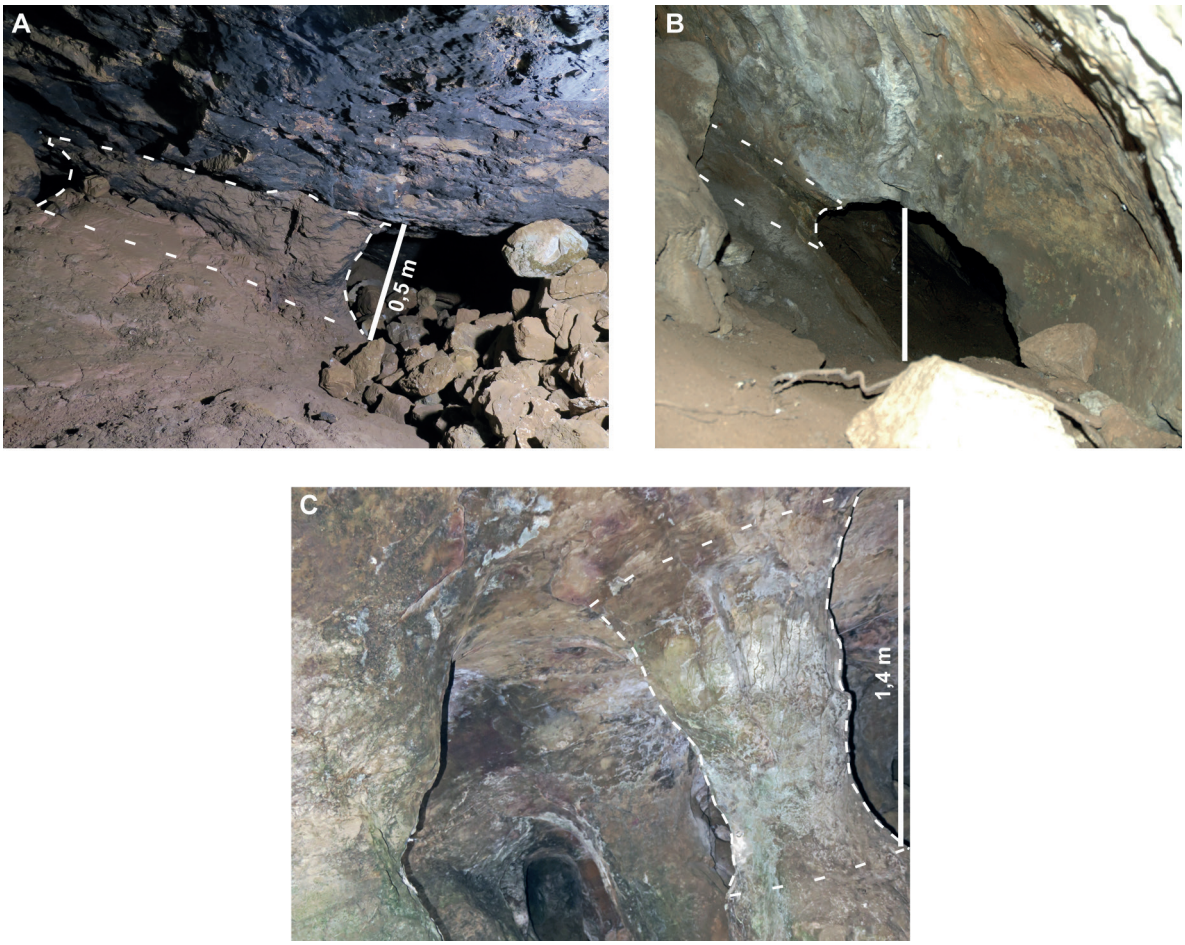


Fig. 155. Exemples de piliers de soutènement. **A.** Hautech16 ; **B.** Rougé ; **C.** Le Goutil Est. *E. Meunier 2022*

la mine HAU5, où le dépilage s'est fait presque à la verticale, les piliers ont pu servir à faciliter la circulation, formant des petites plates-formes horizontales qui ponctuent les vides. Les encoches visibles sur les parois de ce chantier doivent ainsi plus probablement correspondre à l'emplacement de structures pour permettre la circulation dans la mine qu'à des boisages de soutènement.

L'économie de creusement pour les travaux les plus anciens est également illustrée par l'absence généralisée d'ouvrages d'assistance dans ces chantiers. Les galeries creusées dans le schiste à Rougé sont une exception notable, due à la friabilité de cette roche. Elles ont pu faciliter l'aérage et la circulation des mineurs. La fonction des diverticules descendants dont les départs sont observés à la cote -22 (**fig. 52**), qui s'enfoncent dans les schistes stériles, est difficile à interpréter. Peut-être étaient-ils destinés à faciliter l'exhaure* dans ces niveaux profonds, mais aucun débouché à ces structures n'a pu être identifié à l'extérieur sur le versant. La petite galerie de jonction GA2 dans la mine des Atiels est un autre de ces très rares exemples de creusement intégralement dans le stérile. La logique est clairement différente de celle qui régit les creusements de très grand volume médiévaux.

Ces caractéristiques et les datations obtenues dans les chantiers nous permettent d'attribuer les principales typologies à des phases d'exploitation spécifiques. Ainsi, les ouvrages de petit gabarit ouverts au feu et laissant fréquemment en place des piliers de soutènement correspondraient à la phase ancienne d'exploitation, entre les IVe et IIIe siècles av. n. è. Les chantiers de très grand volume à creusement unique, ouverts au feu également, sont rattachés au XIVe siècle. Pour les travaux réalisés majoritairement à l'outil, de gabarit réduit et au profil angulaire, l'exemple des Atiels nous permet de les rattacher à la phase tardo-républicaine. Cependant, d'autres chantiers de cette période se rattachent à la typologie de la phase précédente, comme le renfoncement de la cote -6,5 fouillé à La Coustalade par exemple. On retiendra la mixité des techniques pour cette période.

Ces typologies, valables à l'échelle du district de l'Arize uniquement, donnent des indications sur les chronologies des mines accessibles non datées ou insuffisamment. Ainsi, l'homogénéité de l'ensemble de ces travaux permet de proposer que l'exploitation ait démarré sur tous les sites lors de la période des IVe-IIIe siècles av. n. è. Il ne s'agissait pas d'une simple exploration des ressources disponibles, mais d'une véritable exploitation systématique, avec la possibilité pour plusieurs équipes de travailler en même temps dans chaque mine. Plusieurs réseaux sont d'ailleurs exploités au maximum des possibilités à la fin du IIIe siècle av. n. è. Cela nous conduit à considérer que l'ensemble des gisements du district a été reconnu et exploité dès cette période, la plus ancienne, même si les sites dont le souterrain n'est pas accessible ne sont datés que par des tessons d'amphores de type Dr 1. Pour les mines datées par le radiocarbone, on a vu que ce mobilier amphorique correspondait à une phase de reprise, qui n'a dû être que ponctuelle dans certains cas (Rougé, La Coustalade). Il serait cohérent que la situation ait été la même dans les autres mines du district, dont la localisation ne pose aucun problème d'accès particulier qui aurait pu justifier qu'elles soient laissées de côté par les premiers mineurs. Cette configuration montre que l'exploitation laténienne, avant toute intervention romaine dans la région, a dû constituer la phase d'activité principale du district.

Chapitre 7.
Les ateliers métallurgiques

Cinq ateliers de métallurgie primaire sont connus dans ce district : deux sur le site des Atiels (dans le hameau et en rive droite du Pézègues), un à Sourre, un à Berni et le dernier à Moutou (**fig. 156**). Tous ont traité des non-ferreux, sauf celui du hameau des Atiels, qui est un atelier de réduction de fer. Quatre d'entre eux sont datés du Ier siècle av. n. è. ou de la période augustéenne ; le dernier, celui de Moutou, n'a livré aucun élément de datation. Des scories isolées issues du traitement de minerais non-ferreux ont également été identifiées à Hautech et sur le site de la Calotte en prospection, ainsi que dans l'un des sondages au pied de la mine du Goutil. Elles sont toutes associées à du mobilier du Ier siècle av. n. è. Les scories isolées n'apportent pas de données significatives concernant la chaîne opératoire, mais constituent des indices d'une association mine-atelier au cours du Ier siècle av. n. è.

Concernant l'atelier sidérurgique des Atiels, il correspond à la chaîne opératoire bien connue de la réduction du fer. On signalera simplement que, se trouvant sous le hameau actuel, il a été très perturbé et n'a pas pu faire l'objet d'une étude complète. L'étendue du ferrier* a été délimitée par des observations de surface et un sondage a été réalisé dans un des jardins du hameau (Dubois *et al*. 1997, 208-209). Aucune structure métallurgique n'a été mise au jour dans l'emprise sondée. Les scories, analysées par C. Jarrier, montrent que le processus de réduction, à scorie écoulée, était bien maîtrisé. Les gisements de fer exploités pour alimenter ce bas-fourneau

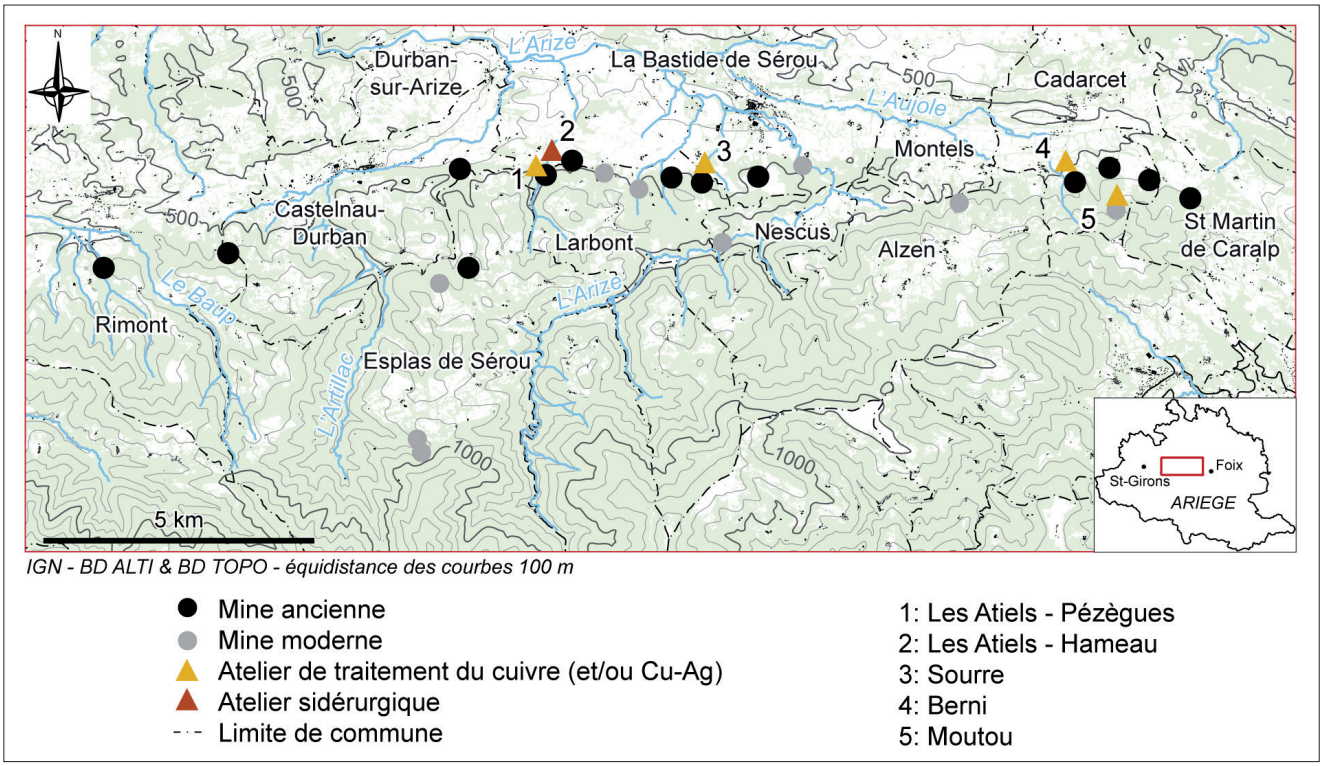


Fig. 156. Localisation des ateliers du district à cuivre argentifère de l'Arize. *E. Meunier 2018*

ne sont pas localisés mais il pouvait s'agir de chapeaux de fer dans la partie supérieure des travaux miniers des Atiels.

Peu de choses peuvent être dites de l'atelier de Moutou. Le crassier* a été repéré en prospection, il s'étend sur environ 200 m². Cependant, sans mobilier associé, sa chronologie ne peut être établie[1]. Une scorie prélevée par C. Dubois a toutefois été analysée par F. Tollon (Dubois *et al*. 1997, 210). La présence de cuivre et de plomb dans la scorie ne permet pas de savoir avec certitude quelle était la production, mais il pourrait s'agir d'un résidu de traitement du cuivre argentifère, qui peut associer ces deux métaux. On rappelle qu'une mine de plomb récente est connue sur ce site, en plus des travaux anciens pour l'exploitation du cuivre argentifère.

Le site de Sourre est un peu mieux connu grâce à des sondages (Dubois & Métailié 1991, 53-56 ; Dubois *et al*. 1997, 207). Toutefois, l'arasement prononcé du site, situé sous les maisons actuelles, n'a pas permis de localiser les structures de traitement du minerai. Un lambeau de crassier* en place a été dégagé et fouillé. Le rare mobilier recueilli se rapporte à la période augustéenne (amphores Pascual 1). Une scorie a été analysée par F. Tollon à la microsonde électronique (Dubois *et al*. 1997, 207-208). Des gouttes de matte* cuivreuse contenues dans la scorie montrent un zonage. Au centre, les auteurs décrivent une forte concentration en antimoine et arsenic accompagnés de cuivre, le fer et le soufre étant présents en traces. L'extérieur est composé d'un sulfure de cuivre avec des traces de fer, d'arsenic et d'antimoine. Cette composition reflète celle des cuivres gris présents dans le minerai, mais aucune trace d'argent n'a été détectée dans ces scories. Le plomb n'avait pas été recherché dans l'analyse.

Enfin, les ateliers de Berni et de la rive droite du Pézègues, aux Atiels, ont été identifiés au cours de cette thèse. Une scorie cuivreuse avait été signalée par C. Dubois et J.-E. Guilbaut à Berni (Dubois & Guilbaut 1982, 105). Nos prospections ont conduit à délimiter une aire à scories dans les labours, sur laquelle une prospection géophysique a été réalisée[2]. Une série de cinq sondages a permis de valider la présence de cet atelier, dont des niveaux sont conservés en place sous la cote de labours. Pour l'atelier des Atiels, sa présence a été mise en évidence par une crue du Pézègues, qui a emporté une partie de la berge en contrebas de l'entrée actuelle de la mine. Des scories cuivreuses sont également visibles dans le lit du ruisseau. Un sondage a été réalisé sous la direction de B. Cauuet sur ce site, confirmant là aussi la présence de niveaux conservés en place. Pour ces deux ateliers, les sondages se sont arrêtés sur la partie supérieure de la stratigraphie. Ils sont donc peu révélateurs de l'organisation des ateliers ou des structures utilisées lors du traitement du minerai. Des analyses effectuées sur quelques scories permettent toutefois de mettre en évidence certaines caractéristiques de la chaîne opératoire.

L'atelier de Berni (Cadarcet)

L'atelier de Berni se situe en contrebas de la mine du Coffre, à un peu moins de 200 m au nord-ouest des vestiges miniers identifiés. Des scories et quelques fragments de paroi de foyer étaient visibles au sol en prospection, associé à du mobilier domestique daté entre la fin du IIe siècle av. n. è. et le Ier siècle av. n. è. (céramique commune locale, campanienne A, amphores Dr 1 A et B, amphores de Bétique)[3]. Une prospection géophysique a été réalisée sur une surface de 2500 m² (**fig. 157**), par mesure de la résistivité électrique et de la susceptibilité magnétique. La carte électrique n'était pas significative pour une interprétation archéologique. La carte magnétique révélait quant à elle plusieurs anomalies qui pouvaient être interprétées comme des structures liées à l'activité métallurgique (**fig. 158**). Les sondages ont été implantés au niveau de ces anomalies[4]. Deux d'entre eux se sont avérés stériles (n° 4 et 5). Le sondage 2 n'a révélé qu'un niveau riche en mobilier sous les labours, provenant probablement d'un colluvionnement ancien. Les sondages 1 et 3 ont livré des unités stratigraphiques en place, correspondant à des niveaux de sol.

Dans les sondages stériles (SD 4 et 5), le terrain naturel est apparu autour de 50 cm de profondeur sous la couche de labours. Pour le sondage 2, la couche de colluvionnement ancien contenant du mobilier, US 201, s'intercale entre la couche de labours et le terrain naturel. Dans les sondages 1 et 3, une alternance de niveaux de préparation de sol en argile épurée homogène et de niveaux de circulation plus riches en charbons et résidus rubéfiés a pu être définie (**tabl. 23**). Les US supérieures ne sont conservées qu'en lentilles du fait des labours (**fig. 159**). Des petites scories ont aussi été identifiées

1 Le propriétaire de la parcelle s'opposait à toute intervention archéologique.

2 Prospection réalisée par A. Diallo, L. Lau-Tai et M. Molinié sous la direction de Muriel Llubes, dans le cadre d'un stage de Master 1 GTPRM de l'Université de Paul Sabatier (Toulouse).

3 Nous remercions Thomas Le Dreff (TRACES) pour l'identification de la céramique.

4 Le délai très court pour leur réalisation n'a permis d'ouvrir qu'un total de 7,3 m² et les niveaux archéologiques en place ont été dégagés sans être fouillés.

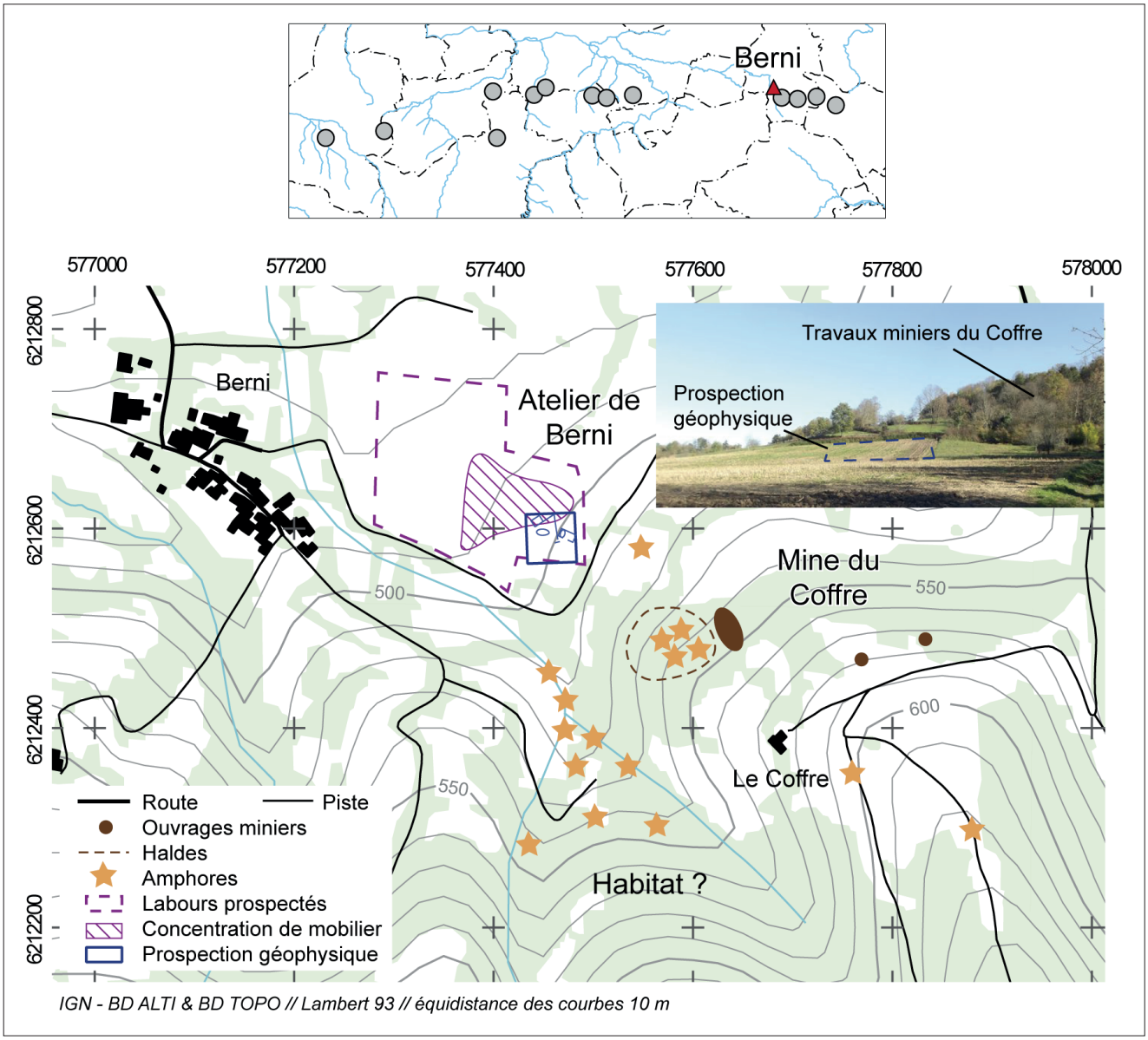


Fig. 157. Localisation de l'atelier de Berni et vue du site vers l'ouest. *E. Meunier 2018*

N° de sondage	US	Interprétation
1	100	Labours
	101 et 106	Préparation de sol en argile épurée
	102, 103, 104, 105	Niveau de circulation
2	200	Labours
	201	Colluvionnement riche en mobilier
	202	Terrain naturel
3	300	Labours
	301, 307	Préparation de sol en argile épurée
	302, 303, 304, 305, 306	Niveau de circulation

Tabl. 23. Tableau synthétique des US du site de Berni, hors sondages stériles.

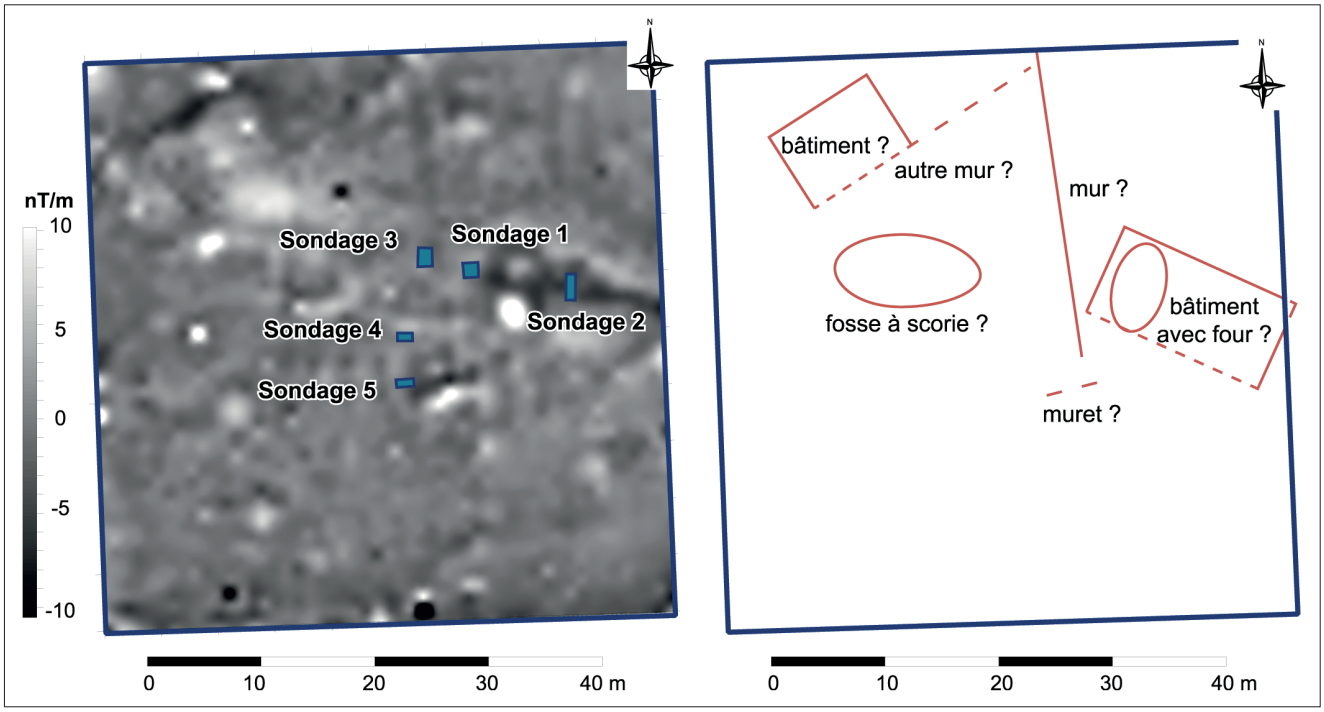


Fig. 158. Carte magnétique et interprétation hypothétique
(traitement des données géophysiques et réalisation de la carte magnétique : A. Diallo, L. Lau-Tai, M. Molinié). *E. Meunier 2018*

ponctuellement dans les niveaux de circulation. Les sols successifs ont une épaisseur de 2 à 4 cm. Le niveau d'arrêt de fouille, à une cinquantaine de centimètres de profondeur, montre des US en place que l'étroitesse des fenêtres de sondage ne permettait pas d'appréhender correctement, et qui n'ont donc pas été fouillées.

Le mobilier était présent principalement dans les niveaux remaniés par les labours et dans la couche de colluvionnement ancien US 201 (**fig. 160**). Les lambeaux de sol supérieurs du sondage 1 ont aussi livré quelques fragments de céramique commune très peu caractéristiques, de panse d'amphores italiques et d'une panse d'amphore ibérique. Cette rareté de mobilier est cohérente pour des niveaux de sol d'atelier. Les résidus de l'activité métallurgique (scories et fragments de parois de four ou foyer) proviennent aussi principalement des niveaux de labours ou des lambeaux de sol supérieurs du sondage 1. La présence d'un tesson d'amphore ibérique dans l'US 103 tendrait à placer la fin du fonctionnement de cet atelier dans la seconde moitié du Ier siècle av. n. è. Les tessons de céramique campanienne A, rares, indiquent quant à eux une fréquentation du site dès le début du Ier siècle av. n. è. L'ensemble de ce mobilier se rattache à la sphère domestique et indique la présence proche d'un habitat, que le sens de la pente nous incite à situer vers le sud.

Les éléments fournis par la stratigraphie ne permettent pas de restituer le fonctionnement de l'atelier, qui date du Ier siècle av. n. è. selon le mobilier, plutôt de la seconde moitié si l'on s'en tient aux tessons d'amphore de Bétique. Les fragments de parois de four ou de foyer sont trop petits pour proposer une quelconque restitution des structures. On signalera qu'ils sont scorifiés sur une face. Ces sondages confirment tout de même qu'une fouille en extension sur cette parcelle pourrait apporter des informations significatives sur le traitement des minerais, avec toutefois la difficulté de respecter les travaux agricoles.

Trois petites scories noires vitreuses recueillies lors de la prospection ont pu être analysées par la fluorescence X portable par M. Lopez. Cette analyse ne permet pas d'identifier la composition précise de la scorie ni de différencier les phases qui la composent, mais elle montre la présence des éléments majeurs qu'elle contient (**tabl. 25**). Le baryum (Ba) et l'antimoine (Sb) sont des éléments que l'on trouve dans le cuivre gris qui a pu être exploité au Coffre. Le cuivre apparaît également, comme on peut s'y attendre pour le traitement de ce type de minerai et à partir des petites traces d'oxydation vertes visibles sur les scories. Ses teneurs sont toutefois assez basses.

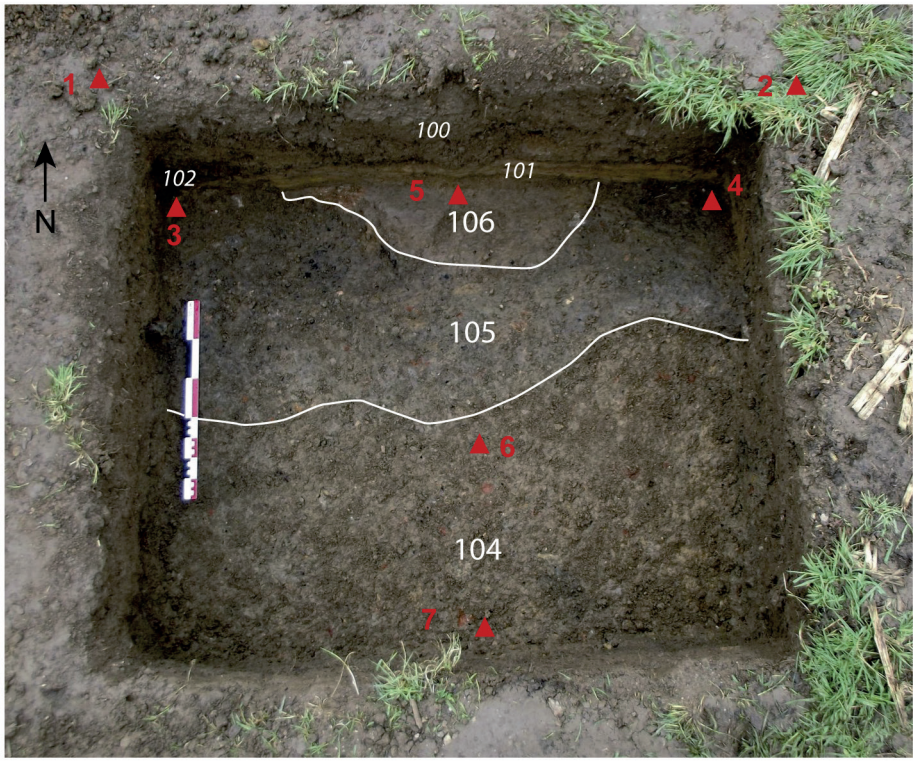
Mais les deux éléments qui retiendront notre attention ici sont le plomb et l'argent. Car même si la chaîne opératoire permettant l'extraction de l'argent dans les cuivres gris n'est pas bien connue, on sait qu'elle fait appel à un ajout de plomb, qui a des affinités avec l'argent (Domergue & Tollon 2002,

Provenance	Catégorie	Type	NR	Commentaire
Prospection et US de labours dans les sondages	Peinte	Indéterminée	2	BNI15-5, **fig. 160**
	Commune	Oxydante	3	
	Commune	Réductrice	15	Un décor peigné et BNI17-1, **fig. 160**
	Campanienne A	Bol ?	1	
	Glaçurée		7	
	Amphore	Dressel 1A	2	BNI15-1, **fig. 160**
	Amphore	Dressel 1B	2	BNI15-2, **fig. 160**
	Amphore	Italique	41	
	Amphore	Indéterminée	5	
	Amphore	Bétique	6	
	Terre cuite architecturale	Brique ?	5	
	Terre cuite artisanale	Paroi de four ou foyer	28	
	Métal	Scorie	49	
	Lithique	Paroi de four ou foyer	1	
	Lithique	Minerai	2	Petits blocs de barytine
101	Amphore	Italique	1	
102	Commune	Réductrice	1	
	Commune	Oxydante	2	
	Amphore	Italique	2	
	Métal	Scorie	5	
	Terre cuite artisanale	Paroi de four ou foyer	2	
103	Commune	Réductrice	3	
	Amphore	Ibérique	1	
	Amphore	Indéterminée	2	
	Métal	Scorie	1	
	Terre cuite artisanale	Paroi de four ou foyer	1	
104	Métal	Scorie	2	
105	Métal	Scorie	2	
201	Commune	Réductrice	1	
	Amphore	Italique	3	
	Terre cuite artisanale	Paroi de four ou foyer	3	
	Lithique	Minerai	9	Fragments de minerai grillé.

Tabl. 24. Inventaire du mobilier de Berni. NR : nombre de restes.

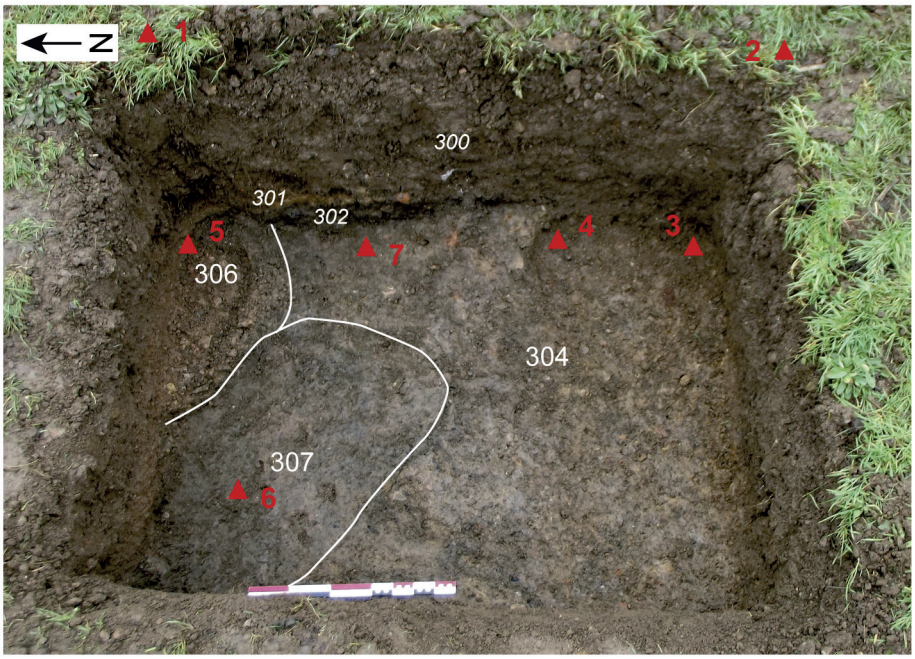
Échantillon	Ba	Sb	Cu	Ag	Pb
Scorie 1	11 670,19 (±230,32)	1 785,06 (±51,50)	1 693,96 (±49,68)	20,92 (±7,40)	37 910,54 (±403,38)
Scorie 2	/	6 294,94 (±114,87)	1 166,4 (±53,60)	Non détecté	27 048,27 (±353,16)
Scorie 3	63 703,95 (±917,52)	6 282,51 (±99,01)	2 415,1 (±53,84)	73,96 (±8,85)	44 149,22 (±436,16)

Tabl. 25. Valeurs des principaux éléments (ppm) mesurés par fluorescence X.



Altitudes (NGF):
1: 550,77 m
2: 550,96 m
3: 550,37 m
4: 550,43 m
5: 550,42 m
6: 550,49 m
7: 550,51 m

Sondage 1. L'US 104 passe sous l'US 105, qui passe elle-même sous l'US 106.



Altitudes (NGF):
1: 550,24 m
2: 550,34 m
3: 549,85 m
4: 549,87 m
5: 549,77 m
6: 549,62 m
7: 549,76 m

Sondage 3. L'US 304 passe sous l'US 307. La relation avec l'US 306 n'est pas définie.

Fig. 159. Vue des sondages 1 et 3 en fin de fouille. *E. Meunier 2018*

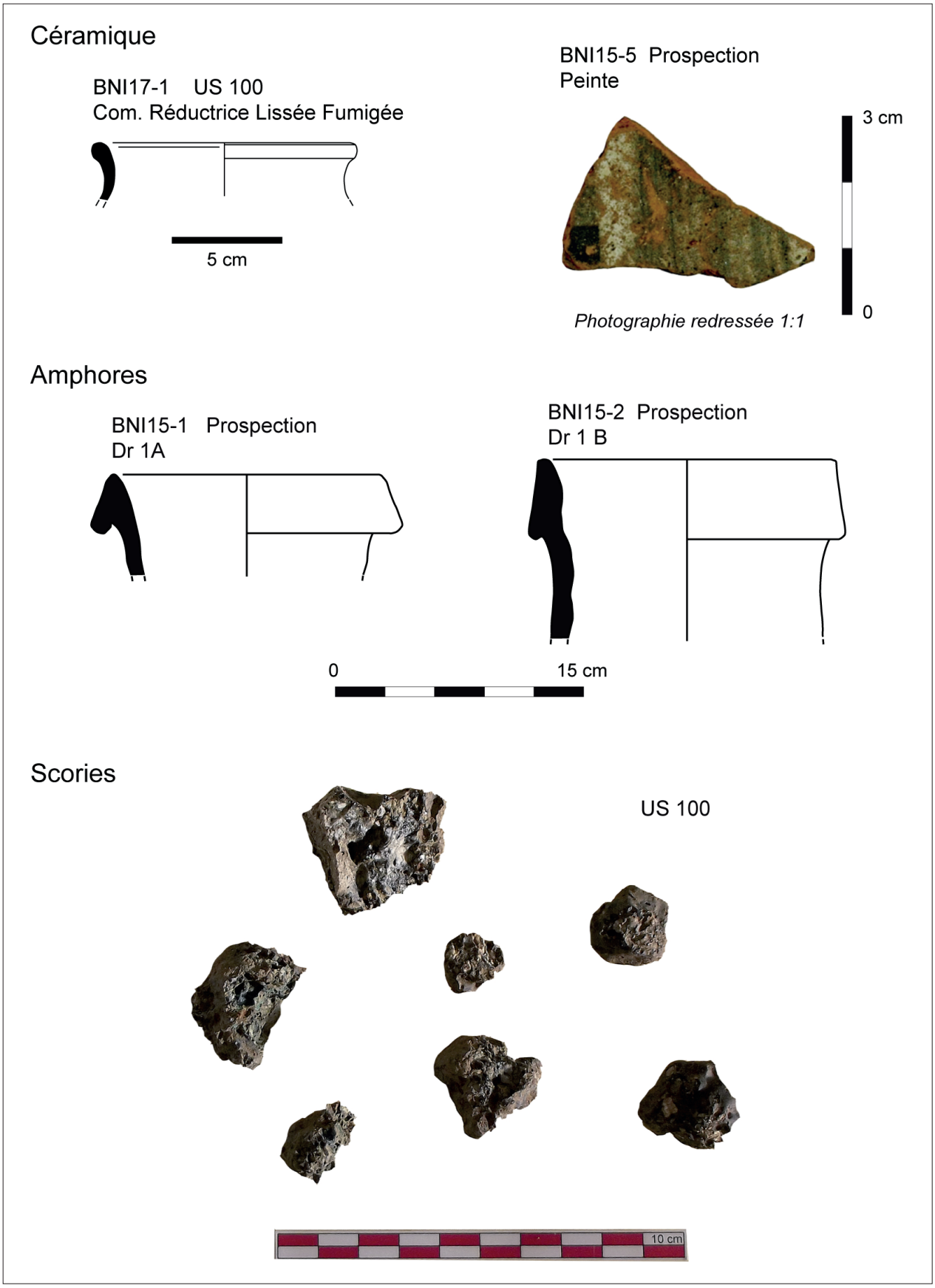


Fig. 160. Mobilier de l'atelier de Berni. *E. Meunier 2018*

64-76 ; L'Héritier 2012, 190 ; Renzi 2013, 216-219). La mise en évidence de ces deux métaux dans les trois scories analysées est un indice intéressant pouvant confirmer une production d'argent sur ce site, à partir des minerais locaux de cuivre gris au cours du Ier siècle av. n. è.

L'atelier des Atiels – berge du Pézègues (La Bastide-de-Sérou)

La prospection du cours du ruisseau Pézègues a permis de localiser, à environ 60 m en aval de l'entrée du réseau principal AT1, un atelier de traitement du minerai de cuivre recouvert par le colluvionnement issu du versant en surplomb (**fig. 161**). Une crue avait emporté une partie de la berge et mis au jour les niveaux inférieurs de l'atelier, ainsi que du mobilier céramique et des scories. Des niveaux archéologiques stratifiés visiblement en place ont ainsi pu être observés ainsi que la base d'une structure en argile rubéfiée, située au niveau du lit actuel du ruisseau (**fig. 162**). Après un relevé photographique, cette dernière a été recouverte pour la protéger en attendant de pouvoir la fouiller, ce qui n'a malheureusement pas pu être le cas. Des scories ont pu être observées ponctuellement en aval dans le lit du ruisseau, jusqu'à 200 m au nord de l'atelier présenté ici.

Un sondage a été réalisé en 2014 sous la direction de B. Cauuet sur cet atelier[5]. L'aire ouverte présente une forme de µ tourné vers le ruisseau et dépasse les 35 m². Le niveau de colluvionnement supérieur a été décapé à la pelle mécanique puis une fouille manuelle des premiers niveaux en place a été entreprise. Dans la branche nord, la fouille, qui est demeurée globalement à la surface des structures, a permis de mettre au jour des niveaux de remblais. Au sud, il semble que l'on se trouve face à une disposition en terrasse avec des niveaux argileux indurés plus fin conservés, peut-être des niveaux de circulation de l'atelier. Sur l'un de ces niveaux, une petite fosse marque l'emplacement d'un petit foyer, simplement creusé dans le sol. Un élément lithique rubéfié renforce une paroi de cette petite fosse (**fig. 163**). Il s'agit de la seule structure identifiée en plus de celle localisée au niveau du lit du ruisseau L'indisponibilité de la documentation ne permet pas d'aller plus loin dans l'interprétation stratigraphique.

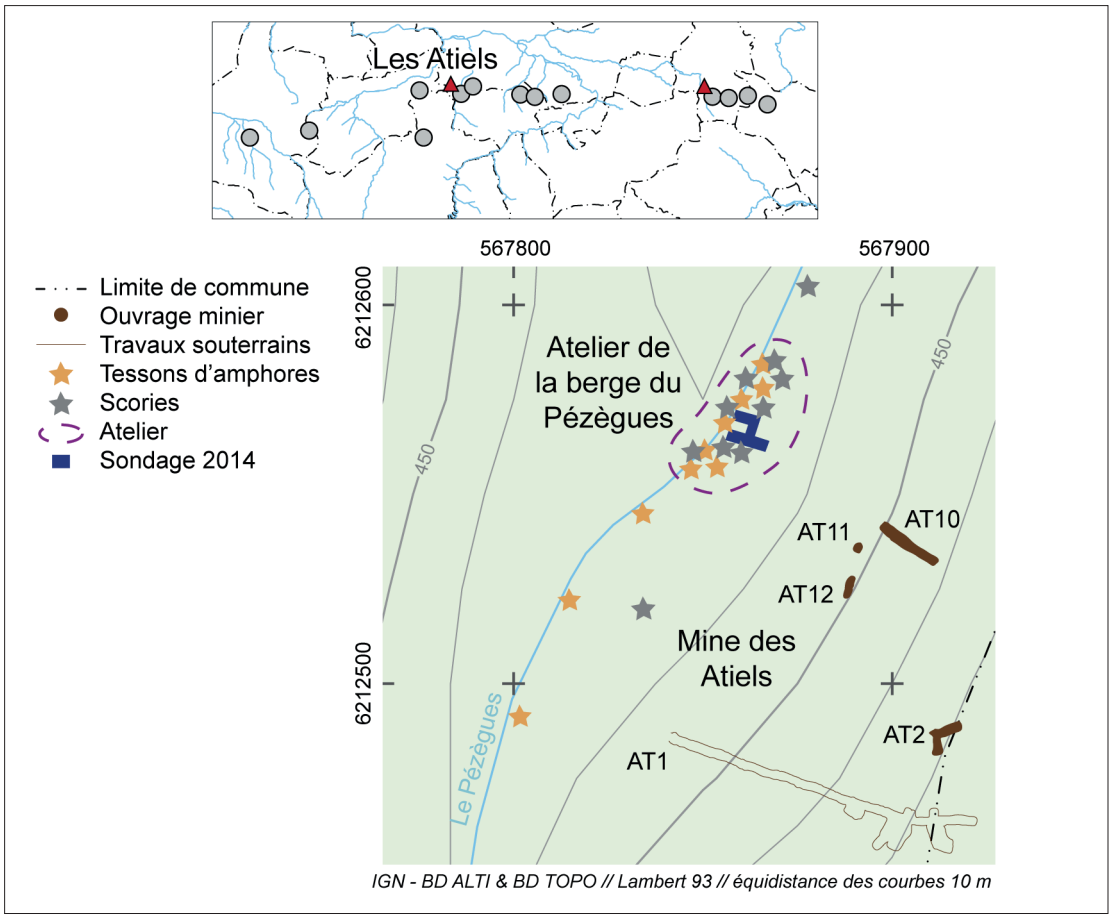


Fig. 161. Localisation de l'atelier de la berge du Pézègues. *E. Meunier 2022*

5 Rapport en cours de rédaction.

Fig. 162. Berge du ruisseau montrant les niveaux stratifiés de l'atelier (**a**) et détail de la structure en argile rubéfiée (**b**). *E. Meunier 2022*

Le niveau de remblai supérieur, correspondant au glissement d'éléments provenant du versant, était particulièrement riche en mobilier céramique et amphorique, indiquant la présence d'un habitat vers l'est. Ce dernier n'a pas pu être localisé précisément malgré les prospections, le milieu n'étant pas favorable au repérage de vestiges (taillis de buis dense non entretenu). Le mobilier[6] permet de fixer les jalons de l'occupation dans la seconde moitié du Ier siècle av. n. è. Outre les amphores Dr 1 habituelles dans le district, des individus un peu plus tardifs[7] comme les Dr 2-4 ou des amphores de Bétique (Dr 7-11, Dr 20) et de Tarraconaise ont pu être identifiés. Les tessons de céramique, de petite taille, sont moins facilement identifiables. La céramique commune donne des indications chronologiques larges couvrant les

6 Identification par F. Olmer (Centre Camille Julian) pour les amphores et G. Verrier (Toulouse Métropole/TRACES) pour la céramique.

7 Référence Dicocer en ligne : http://dicocer.cnrs.fr/type/view?indexation=A-ITI_A-ITI+Dr2%2F4 ; http://dicocer.cnrs.fr/type/view?indexation=A-BET_A-BET+Dr7-11 ; http://dicocer.cnrs.fr/type/view?indexation=A-BET_A-BET+Dr20 [consulté le 03/03/2022].

Fig. 163. Vue du petit foyer dégagé dans le sondage de l'atelier de la berge du Pézègues. *E. Meunier 2018*

IIe et Ier siècles av. n. è., voire le début du siècle suivant. Les importations méditerranéennes se rapportent plutôt à la fin du Ier siècle av. n. è., avec la présence de sigillée précoce et de vernis rouge pompéien de type R-POMP 13[8]. Les fragments de lampes sont pour la plupart trop petits pour être caractérisés. Certains peuvent toutefois être rattachés au type Dressel 2 de lampes à grènetis, diffusé au cours du Ier siècle av. n. è., mais avant la période augustéenne (Ricci 1973, 182-193). Bien qu'aucune niche à lampe n'ait été identifiée dans les quelques mètres de réseau ancien conservé dans la mine proche, il est possible que les mineurs aient utilisé ce mode d'éclairage. L'ensemble du mobilier mis au jour, parmi lequel on trouve également un fond de vase à onguent, correspond toutefois avant tout à la sphère domestique (**fig. 164**).

Les nombreuses scories recueillies dans ce sondage, dans le niveau de remblai supérieur issu du colluvionnement, apportent quelques données sur les opérations métallurgiques réalisées. La position stratigraphique de ces résidus métallurgiques indique toutefois qu'il ne s'agit pas des déchets produits par cet atelier, qu'ils recouvrent, mais de ceux d'une autre installation proche encore non identifiée. Parmi les scories, certaines, rares, correspondent à une activité de forge. On peut concevoir la nécessité de réaliser ce type d'activité pour l'entretien de l'outillage des métallurgistes et des mineurs. Nous ne nous étendrons pas sur ces éléments. Les autres scories correspondent à la métallurgie primaire du cuivre (Meunier *et al*. 2017). On peut individualiser une première série de scories grises, parfois bulleuses, parfois avec des inclusions de minerai bien visibles, d'autres fois plus uniformes, qui composent la majeure partie de l'ensemble (**fig. 165**). Une deuxième série correspond à des scories grises qui comportent des traces nombreuses d'oxydation vertes en surface. La troisième catégorie correspond à des fragments de paroi de foyer scorifiés. Leur taille ne permet pas de restituer les structures dont elles proviennent, mais la distribution de la scorification, sur deux faces, fait plutôt penser à des structures ouvertes desquelles la scorie peut, d'une certaine manière, déborder (**fig. 166**).

Un total de quatre scories grises ont fait l'objet d'une analyse élémentaire globale, ainsi qu'une scorie oxydée verte et un fragment de paroi scorifié. Les éléments principaux sont indiqués dans le tableau 26. Les mêmes éléments majeurs se retrouvent d'une scorie à l'autre, dans des proportions variables. Les ordres de grandeur entre les différents éléments constitutifs des scories grises et vertes semblent confirmer la distinction macroscopique effectuée : la scorie verte oxydée apparaît ainsi plus riche en cuivre, fer et argent, mais appauvrie en plomb et arsenic. Pour le nickel et l'antimoine, les valeurs sont également plus basses, mais le facteur de diminution est moins grand. On note que l'augmentation du cuivre et de l'argent alors que le plomb baisse beaucoup confirme que les cuivres gris sont porteurs d'argent, et non la galène*. Les éléments présents dans le fragment de paroi correspondent à ceux que l'on peut s'attendre à voir impliqués dans la métallurgie primaire des cuivres gris. Les valeurs obtenues ne permettent pas de rattacher avec certitude ce fragment de paroi au traitement ayant produit l'un ou l'autre type de scories. Mais avec une seule analyse, les conclusions ne seraient de toute façon pas très solides.

Ce type d'analyse détermine la composition chimique globale des scories. Pour avoir une idée des processus métallurgiques mis en œuvre, il faut pouvoir observer la structure de la scorie et faire porter les analyses sur les phases identifiées visuellement au microscope. Une scorie grise et une oxydée verte ont donc été soumises à des analyses au MEB et à la microsonde électronique[9], tout comme un

8 Typologie du Dicocer en ligne : http://dicocer.cnrs.fr/type/view?indexation=R-POMP_R-POMP+13 [consulté le 03/03/2022].

9 MEB : Microscope électronique à balayage, couplé à un système EDS, Energy Dispersive Spectrometry, pour l'identification des éléments. Analyses réalisées par Marguerite Munoz (GET).

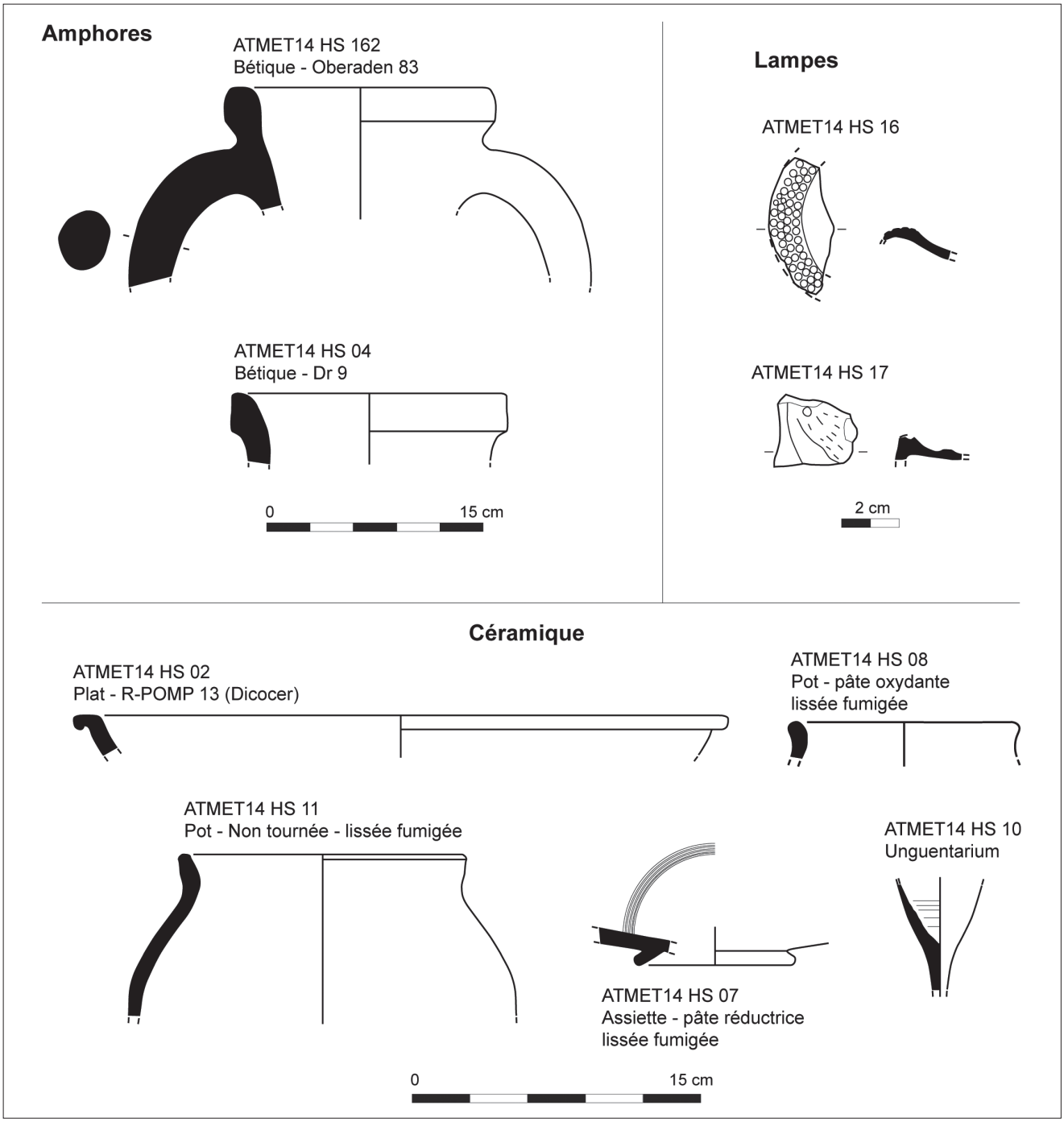


Fig. 164. Mobilier de l'atelier du Pézègues – Les Atiels. *E. Meunier 2018*

Elément	Ag	As	Cu	Fe	Ni	Pb	Sb
Unité	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm
Scories grises (4 individus)							
Moyenne	32,19	117,7	0,88	23,68	1 229	2 197,75	3 705
Scorie oxydée verte							
1 individu	69,6	48,8	3,45	47,1	955	189	2 010
Paroi							
1 individu	74	121,5	1,6	5,31	593	1 640	424

Tabl. 26. Quantification des éléments chimiques majeurs des scories cuivreuses des Atiels.

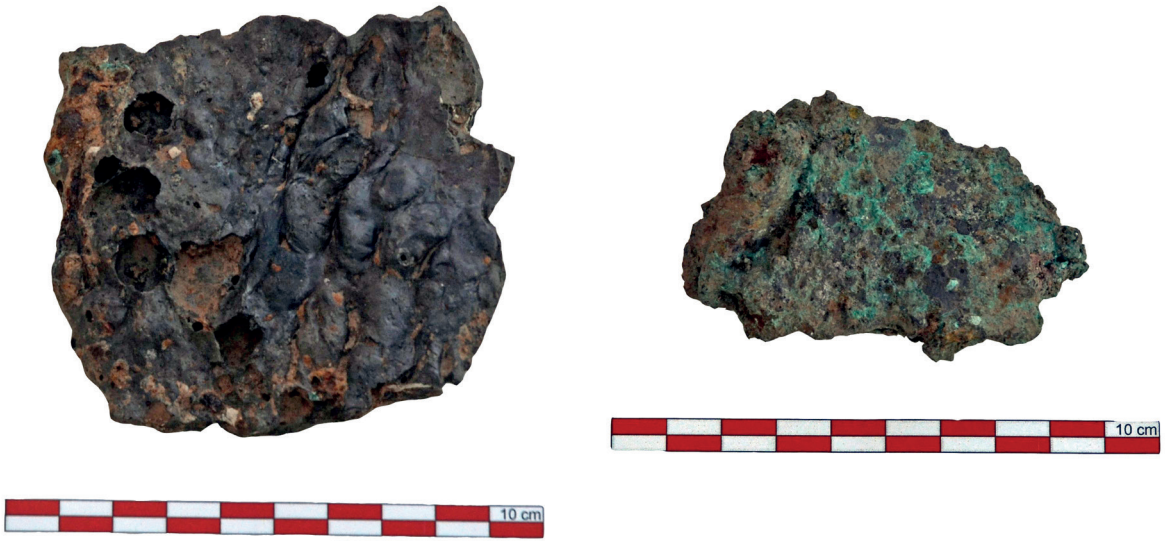


Fig. 165. Scories cuivreuses provenant des remblais recouvrant l'atelier de la berge du Pézègues.
Gauche : scorie grise, **droite** : scorie oxydée verte. *E. Meunier 2022*

Fig. 166. Fragment de paroi de foyer scorifié provenant des remblais recouvrant l'atelier de la berge du Pézègues.
Gauche : vue de dessus, **droite** : vue du côté droit. *E. Meunier 2022*

fragment de paroi scorifié. Là aussi la différence de structure entre les deux scories est mise en évidence (**tabl. 27** et **fig. 167**). La scorie grise contient, hormis la phase vitreuse, des billes de sulfures, des phases résiduelles du minerai et ponctuellement des oxydes de fer et de cuivre. Les sulfures sont tous cuprifères. Ils sont plus ou moins complexes et on y retrouve les éléments métalliques présents dans le minerai. La microsonde a révélé la présence d'argent en traces, associé à la chalcocite entre 0,12 et 0,25 %. Les oxydes identifiés peuvent résulter d'une altération secondaire de la scorie. La scorie oxydée verte contient quant à elle uniquement de la chalcocite et des alliages métalliques. La chalcocite présente des teneurs en argent entre 0,1 et 1,68 %. Les alliages, exempts de soufre, sont à dominante cuivreuse et contiennent de l'argent à des teneurs situées entre 0,2 et 0,96 %. Le fragment de paroi renferme des phases issues du minerai, des sulfures cuprifères plus ou moins complexes dont la chalcocite avec des teneurs en argent entre 0,13 et 0,19 % et également des billes d'alliage métallique à base cuivre avec des teneurs en argent entre 0,05 et 0,1 %.

Les deux scories correspondent probablement à deux phases distinctes du traitement du minerai. L'absence d'alliage métallique dans la scorie grise indique une phase plus précoce. Les différents types de sulfures montrent un passage de sulfures complexes associant cuivre et fer (parfois

	Phase minérale	Minerai	Scorie grise	Scorie verte	Paroi
Phases du minerai	Cuivre gris $(Cu, Fe, Ag)_{12} (Sb, As)_4 S_{13}$	X			
	Chalcopyrite ($CuFeS_2$)	X			X
	Pyrite (FeS_2)	X	X		
	Pyrrothite (FeS_{1-x})		X		
	Galène (PbS)	X			
	Sphalérite (ZnS)	?			
	Baryte ($BaSO_4$)		X		X
Phases liées à la métallurgie	Covellite (CuS)		X		
	Chalcocite (Cu_2S) *Ag en traces*		X	X	X
	Sulfure Pb-Cu-Fe		X		X
	Sulfure Pb-Cu				X
	Sulfure Ni-Pb-Sb-As-Cu-Fe-Co				X
	Sulfure Cu-Fe		X		X
	Sulfure Cu-Ni-Fe		X		
	Alliage Cu-Sb-Ni-Ag			X	X
Phases d'altération	Oxyde de Fe		X		
	Oxyde de Cu		X		

Tabl. 27. Comparaison des compositions d'un échantillon de minerai des Atiels, des scories et du fragment de paroi.

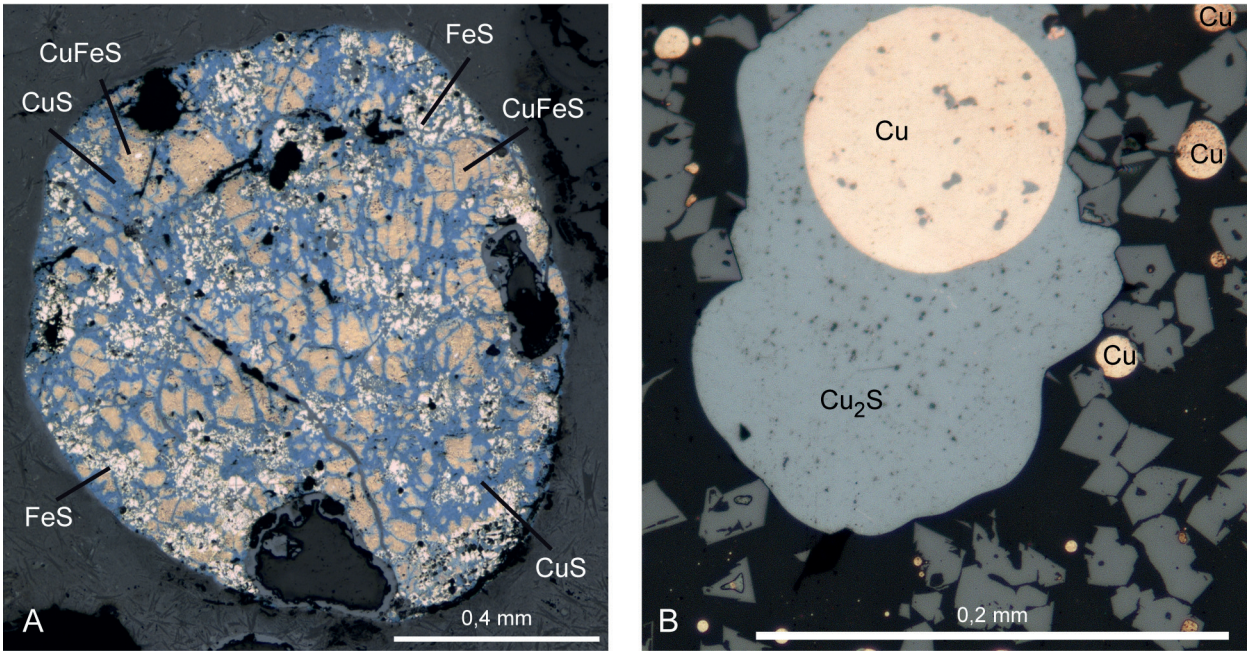


Fig. 167. Cliché MEB des scories grises (photo A) et oxydée verte (photo B). **A.** La bille de composés sulfurés de la scorie grise montre le passage d'un sulfure complexe CuFeS (en beige) à des sulfures simples à cuivre (covellite, CuS, en bleu) et à fer (FeS, en blanc) ; **B.** Les billes de cuivre de la scorie verte (en jaune) sont prises dans une matrice vitreuse, la plus grande étant entourée de chalcocite (Cu_2S, en gris), un sulfure enrichi en cuivre. *E. Meunier 2022*

avec du nickel) à des sulfures de cuivre ou de fer (**fig. 167, A**). L'objectif de cette étape de la chaîne opératoire pouvait être l'élimination du fer contenu dans le minerai et la production d'une matte* enrichie en cuivre. Des analyses de scories issues du traitement de la chalcopyrite* ont révélé une séparation similaire entre sulfures de fer et de cuivre (Colpani *et al*. 2009, 370 ; Artioli *et al*. 2015, 80). La scorie oxydée verte contient du cuivre sous forme d'alliage métallique et d'un seul sulfure, la chalcocite, qui est le sulfure simple le plus riche en cuivre parmi ceux identifiés ici. Cela correspondrait à un affinage du produit de la phase précédente, au cours duquel le fer avait été éliminé. Le résultat est maintenant un alliage métallique cuivreux avec des impuretés en antimoine, nickel et argent en traces. Les résidus de chalcocite nous montrent qu'il s'agit du traitement d'un sulfure (**fig. 167, B**). Quant au fragment de paroi, le fait qu'il contienne des éléments de chaque catégorie de phase peut indiquer que les mêmes structures métallurgiques servaient à plusieurs étapes du traitement, ou que toutes les étapes avaient lieu l'une après l'autre au cours d'un même processus. La suite de la fouille de l'atelier et la multiplication des analyses permettraient de confirmer ou non cette hypothèse.

L'origine des traces d'argent identifiées est cependant une autre question importante. Deux possibilités sont envisageables. Il peut s'agir d'un élément résiduel du minerai, qui n'aurait pas fait l'objet d'un traitement spécifique pour extraire l'argent, perdu dans les scories au fil des réactions. Il pourrait aussi indiquer que l'argent a déjà été extrait et que seules des traces sont encore décelables à la fin du processus. La présence de plomb, minoritaire mais tout de même fréquent, peut s'accorder avec ces deux options. Il pourrait être lui aussi un héritage du minerai, mais aussi un témoin du processus d'extraction de l'argent, comme cela a été indiqué à propos des scories de Berni. Les teneurs en plomb des scories grises sont dans l'ensemble supérieures à celle du minerai (2 198 ppm dans les scories pour 207 ppm dans le minerai). Avec un seul échantillon de minerai analysé, on doit rester prudent sur cet aspect. On peut toutefois signaler que les valeurs plus hautes dans les scories pourraient refléter un ajout volontaire de plomb lors du traitement métallurgique.

Les deux scories analysées ici ne représentent pas toutes les étapes de la production et il est difficile de savoir ce qui manque avec ces données de terrain partielles. Les reconstitutions de la chaîne opératoire du cuivre argentifère proposées notamment par F. Tollon sur le site de La Loba (Espagne), daté du Ier siècle av. n. è., incluent des ajouts de plomb lors du traitement du minerai de cuivre argentifère puis une phase finale de production de cuivre (Domergue & Tollon 2002, 77). Si la même chaîne opératoire a été suivie aux Atiels, les deux scories analysées correspondraient plutôt à ses dernières étapes, pour la production de cuivre. On remarquera cependant que les teneurs en argent sont très faibles comparées à celles mesurées par J. Mantenant sur les scories provenant du Camp del Oliu, l'atelier de traitement du cuivre argentifère des Corbières où la production d'argent a été attestée. Les analyses à la microsonde des scories de ce site font état en plusieurs points d'argent associé au cuivre entre 1,11 et 84,06 % (Mantenant & Munoz 2017, 167-169 et 172-174).

Les données provenant de l'atelier de la berge du Pézègues ne permettent pas de se prononcer clairement sur une production d'argent, mais ne s'y opposent pas non plus. L'atelier du Camp del Oliu montre que la connaissance de cette chaîne opératoire était disponible dans la région à la même période. La forte teneur en plomb des scories de Berni constitue un indice local de la mise en œuvre de ce procédé. Les données sont cependant bien trop lacunaires pour le moment. Elles montrent surtout le potentiel de ces deux sites du district de l'Arize pour une caractérisation future de la chaîne opératoire du cuivre gris argentifère.

Chapitre 8. Les habitats

IVe et IIIe siècles av. n. è.

Pour la période des IVe et IIIe siècles av. n. è., on connait seulement trois sites miniers : Rougé, La Coustalade et Hautech, mais nous avons indiqué que l'ensemble des mines a dû faire l'objet d'une exploitation dès cette période. Aucun habitat ni atelier n'est cependant identifié pour cette chronologie, ni à côté des mines, ni dans un rayon de quelques kilomètres. On ne peut donc pas savoir si la production de métal était centralisée en un point ou si chaque mine fonctionnait de manière autonome jusqu'à la production de métal brut. De même, on ne sait pas si les mineurs et leurs familles vivaient à côté de la mine qu'ils exploitaient ou si un habitat plus important regroupait la population. Les données régionales concernant les IVe et IIIe siècles av. n. è. sont globalement rares en dehors de la frange côtière méditerranéenne (notamment Rancoule & Schwaller 1994 ; Py 2012, 188 et 200 ; voir partie 3, chapitre 1). Les mines identifiées dans cette fourchette chronologique représentent ainsi des points d'ancrage dans le territoire à partir desquels la recherche pourrait se développer.

On rappellera d'autre part que la configuration des réseaux datés de cette période permettait un travail simultané de plusieurs équipes, même si l'option d'un travail plus progressif avec une seule équipe de mineurs ne peut pas être éludée. À côté de l'extraction en elle-même, les ressources boisées devaient être gérées en amont pour l'approvisionnement des bûchers d'abattage. D'un autre côté, le traitement du minerai et la métallurgie primaire demandaient aussi de la main-d'œuvre et des ressources (combustible, argile pour les fours/foyers, etc.). Cet ensemble peut laisser penser que la communauté minière locale était bien structurée, d'autant plus si l'option d'un travail à plusieurs équipes en simultané s'avérait exacte. Son insertion dans des réseaux d'échanges pour écouler le métal produit, cuivre et peut-être argent, est aussi à prendre en compte. Les deux tessons d'amphores attribués à cette période provenant de la mine d'Hautech témoignent de cette insertion dans les réseaux d'échanges régionaux. Pour ce qui est de l'organisation du territoire minier à cette période, seules de nouvelles recherches pourraient apporter des informations.

De la fin du IIe siècle av. n. è. à la période augustéenne

À partir de la fin du IIe siècle av. n. è. et jusqu'à la période augustéenne, période d'interruption de l'exploitation antique, les données concernant les habitats sont un peu plus nombreuses. Trois sites de ce type sont connus sur le front nord du massif de l'Arize pour cette période (**fig. 168**) : le village de Nescus, Bugnas (La Bastide-de-Sérou) et le château de Saint-Barthélemy (Durban-sur-Arize) un peu plus au nord. Ce dernier est un site fortifié de hauteur, les deux autres sont des sites ouverts, Nescus en plaine et Bugnas sur une colline. Aucun de ces sites n'a fait l'objet de véritable fouille permettant de les caractériser précisément. D'autre part, le mobilier amphorique et céramique recueilli à proximité des mines de Berni, d'Hautech, du Goutil et des Atiels, par sa variété et son abondance, laisse à penser que des habitats se trouvaient dans les environs immédiats de ces sites d'extraction (**fig. 168**).

Le site du château de Saint-Barthélemy est connu pour son occupation médiévale, attestée du XIe au XVIIe siècle (Mirouse 2009). Du mobilier daté de la période tardo-républicaine (amphores Dr 1 et céramique campanienne) a cependant été identifié dans plusieurs sondages effectués sur le site et en prospection sur ses abords (Abila 1994 ; Abila 1995 ; Mirouse 1998 ; Ayrault 2000). Une enceinte de pierres sèches qui ceinture la partie sommitale de l'éperon pourrait correspondre à cette période si l'on tient compte de la distribution des tessons d'amphores. Des monnaies attribuées à la fin du IIIe ou au début du IVe siècle de n. è. ainsi

que de la céramique commune antique pourraient indiquer que l'occupation s'est poursuivie jusqu'à l'antiquité tardive, bien qu'elle soit plus difficilement perceptible pour ces phases plus avancées (Ayrault 2000, 23).

Le site de Nescus a fait l'objet de six petits sondages de la part de C. Dubois en 1992. Aucune structure domestique n'a pu être mise en évidence. Seule une série de fosses irrégulières se recoupant parfois[1], comblées par d'abondants tessons d'amphores Dressel 1 et de céramique commune[2], a pu être identifiée. Ce dépotoir confirme la présence d'un habitat proche qui reste à localiser plus précisément (Dubois & Métailié 1992, 72-82). Hormis les amphores et la céramique commune, quelques tessons de campanienne A, un fragment de bracelet en verre bleu et points jaunes de type 3c d'Haevernick (Rolland 2021, 264) et une monnaie des *Neronken* ont aussi été recueillis dans la couche de labours au-dessus du comblement du réseau de fosses (Dubois & Métailié 1992, 73). La chronologie de cette monnaie inciterait à situer l'occupation de Nescus dans la première moitié du Ier siècle av. n. è., mais le reste du mobilier peut s'étendre tout au long du Ier siècle av. n. è. Toutefois, l'absence d'amphores Dressel 1B irait dans le sens d'une chronologie resserrée. Des urnes à incinérations avaient par ailleurs été signalées au XIXe siècle près du village (Dubois & Métailié 1992, 71), mais la nécropole à laquelle elles devaient appartenir n'a pas pu être retrouvée.

Le site de Bugnas, enfin, a livré un peu de mobilier antique dans les parcelles en haut de la colline, dans les labours et les jardins (Meunier 2014, 56 ; Meunier 2015, 14-15). Il s'agit de tessons d'amphores de type Dressel 1 et Pascual 1 ainsi que de céramique commune, tournée, à cuisson oxydante, pouvant être antique ou médiévale. Un fragment d'assiette en céramique peinte est également présent. Lors de l'implantation d'un poteau électrique sur le versant sud, du mobilier a également été récupéré : tessons d'amphores Dressel 1, Dressel 2-4 et Pascual 1, ainsi que de la céramique commune. Les sondages effectués à proximité par C. Dubois se sont avérés stériles, mais il signale également la présence de scories de forge dans les tas d'épierrement en bordure de champs (Dubois & Métailié 1992, 92-93). Le mobilier médiéval est à rapprocher de vestiges architecturaux encore présents à l'ouest de la colline, consistant en une tour partiellement ruinée. Les ruines d'une chapelle aujourd'hui complètement disparue étaient encore présentes il y a quelques décennies. L'église de Bugnas est mentionnée sur des documents de l'abbaye du Mas-d'Azil du XIIe siècle (Vidal 1997, 12). Le mobilier antique correspond à une occupation qui démarre au Ier siècle av. n. è., mais s'étend au-delà de la période augustéenne du fait de la présence d'amphores Pascual 1, fait plutôt rare parmi les sites de ce secteur. Dans l'ensemble, il s'agit cependant de mobilier très épars sur la colline, ne permettant pas de restituer le type d'habitat ni son ampleur.

Ces données, d'autant plus si l'on tient compte des concentrations de mobilier domestique près des mines de Atiels, du Goutil, d'Hautech et de Berni, indiquent plutôt une dispersion de noyaux d'habitat tout au long du front nord du massif, en lien avec l'exploitation minière. Le site du château de Saint-Barthélemy est un peu à part, à plus de 3 km à vol d'oiseau de la mine la plus proche (La Coustalade). Il surplombe l'Arize et contrôle le passage à cet endroit, ce qui lui confère une fonction qui dépasse l'hébergement des mineurs et de leur famille, mais qui reste difficile à cerner avec les données très lacunaires dont nous disposons. Les autres sites d'habitat sont très proches des mines. Celui de Bugnas est à moins de 2 km de celles des Atiels, du Goutil et de l'ensemble d'Hautech/La Tuilerie. Celui de Nescus, un peu en retrait sur la vallée de l'Arize, se trouve malgré cela toujours à moins de 2 km de la mine de Lagarde, accessible par un petit col. Le type de relation ayant existé entre ces différents habitats demeure cependant indéterminé. La chronologie du mobilier de Nescus, plutôt centrée sur la première moitié du Ier siècle, et celle de Bugnas, qui est plus avancée, pourrait faire penser à un basculement entre les deux sites autour du milieu du Ier siècle. Les données sont cependant fragiles pour assurer cette hypothèse.

On signalera également que les indices d'habitats des sites des Atiels, d'Hautech et de Berni sont associés à des ateliers de traitement des cuivres gris, datés de la seconde moitié du Ier siècle au Atiels, de la période augustéenne à Sourre et de la seconde moitié du Ier siècle avec la possibilité d'un démarrage un peu plus tôt à Berni (**fig. 169**). Cela semble constituer des petites unités autonomes sur toute la chaîne opératoire de production de la mine au métal brut, avec un habitat associé. Une configuration similaire pourrait être proposée au Goutil, où le mobilier est abondant et des scories isolées ont été identifiées, ainsi que sur le site de La Calotte, où des scories isolées dans une couche cendreuse étaient associées à un lot de tessons d'amphores, dont la majorité se rattachent à la seconde moitié du Ier siècle av. n. è. (**fig. 169**). Les chronologies de fonctionnement de ces unités sont peu précises. Le décalage qui semble apparaître à Hautech, avec la datation augustéenne de l'atelier de Sourre, est à considérer

1 C. Dubois propose que les fosses puissent être en relation avec de l'extraction d'argile (Dubois & Métailié 1992, 75).

2 L'inventaire détaillé du mobilier n'est pas fourni, ni les NMI par catégories. Les amphores recueillies occupent trois quarts de m³ et la céramique commune regroupe 128 tessons, correspondant à des vases tournés et non-tournés, à cuisson réductrice ou oxydante (jattes et pots principalement). Trois tessons de campanienne A (panses) ont été recueillis (Dubois & Métailié 1992, 73-75).

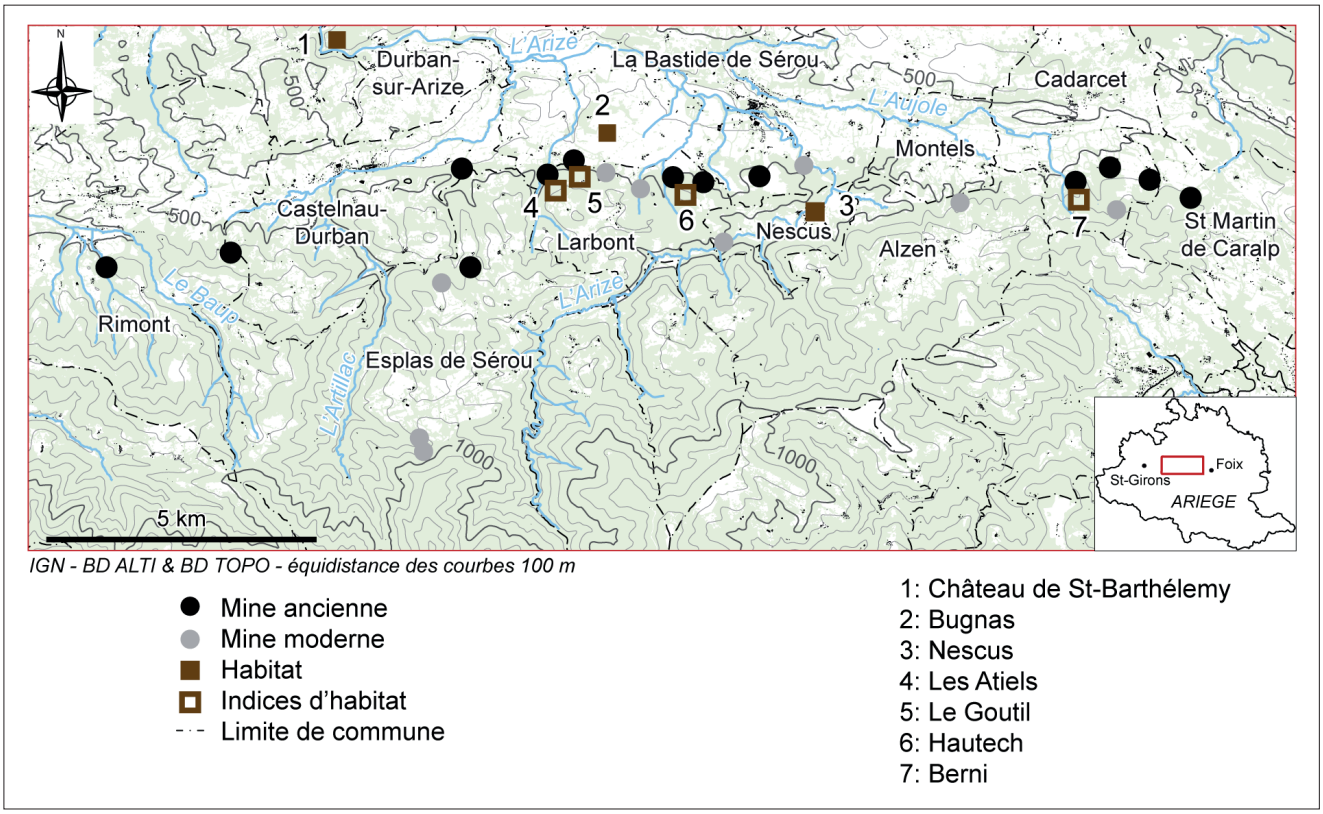


Fig. 168. Localisation des habitats tardo-républicains sur le front nord du massif de l'Arize. *E. Meunier 2022*

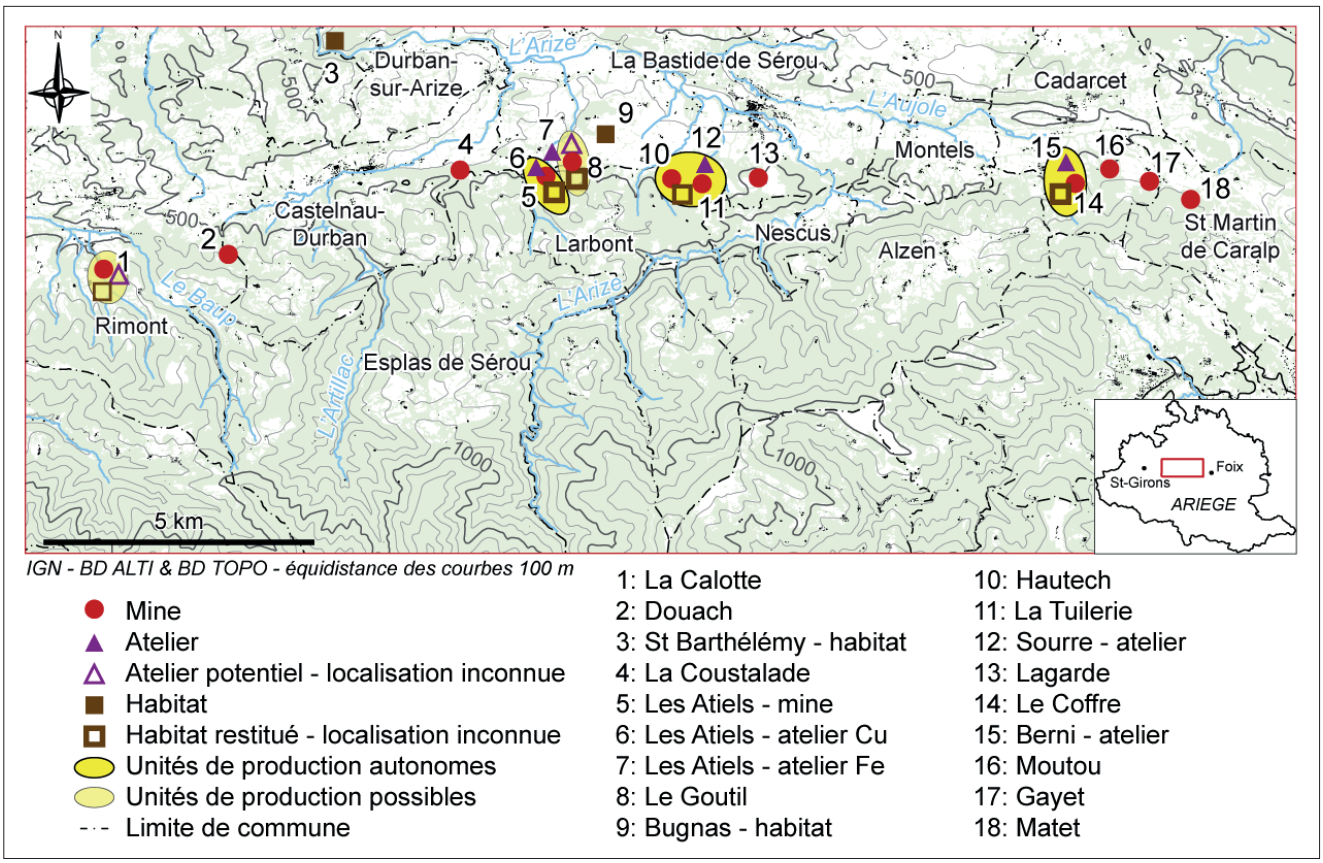


Fig. 169. Unités de production avec mine, atelier et habitat du district de l'Arize dans la seconde moitié du Ier s. av. n. è. *E. Meunier 2022*

avec prudence car le mobilier provenant des mines couvre un intervalle bien plus précoce. Le fonctionnement de ces unités pourrait donc être concomitant.

Cet ensemble illustre le potentiel de recherche qui existe encore dans ce district minier et la nécessité d'affiner les chronologies pour mieux comprendre l'organisation de l'exploitation. Des fouilles sur les habitats permettraient peut-être d'identifier des niveaux des IVe ou IIIe siècles. Préciser les dates d'abandon des sites permettrait également de réfléchir à l'évolution du secteur après l'arrêt de l'exploitation minière à l'époque augustéenne.

Partie 3

L'évolution régionale de l'exploitation minière dans son contexte archéologique et historique

Chapitre 1.
Les IVe et IIIe siècles av. n. è. : une période globalement méconnue

Cette période constitue la première phase de l'exploitation des mines de l'Arize, menée à l'échelle du district, très probablement avec l'objectif de tirer parti au maximum des ressources minières locales (voir partie 2 chapitre 6). À l'échelle de la région, cette période a livré récemment des données dans plusieurs secteurs allant du Pays basque à la Montagne noire, comme cela apparait dans la présentation des zones minières de la partie 1. La prise en compte des données archéologiques en dehors des mines est maintenant nécessaire pour comprendre le contexte dans lequel s'insèrent ces productions de matières premières métalliques et voir en quoi les données de l'archéologie minière peuvent contribuer à mieux définir ces contextes.

La période qui correspond à La Tène B et C1 constitue une phase de transition majeure à l'échelle européenne, définie seulement à grands traits par la relative rareté des données pour le territoire de la Gaule (Brun 2007, 377). Des raisons historiographiques expliquent cet état de fait : les recherches se sont centrées sur les périodes antérieures ou postérieures, faisant des IVe et IIIe siècles les parents pauvres des études sur l'âge du Fer, malgré des renouvellements récents (Mennessier-Jouannet *et al.* 2007, 5 ; Buchsenschutz *et al.* 2012, 295). Une autre particularité de cette période est la faiblesse du nombre de sites attestés, phénomène accentué par les choix de recherche, longtemps centrés sur les nécropoles et les sites fortifiés de hauteur (Vidal 1987). Constatée dans l'ensemble de notre zone d'étude[1], cette situation pourrait être en partie liée à des mobiliers archéologiques peu caractéristiques, du fait de la rareté des importations méditerranéennes (Gruat & Marty 2000 ; Garcia *et al.* 2007, 227). Malgré cela, les recherches récentes permettent de dégager des tendances dans l'évolution des sociétés de cette période, dont les aboutissements seront bien perçus à partir de la fin du IIIe siècle et surtout au IIe siècle av. n. è.

1 Ce phénomène est observé sur la zone côtière méditerranéenne (Garcia 2002, 96-98 ; Py 2012, 188), dans le sud du Massif central (Fages 2000, 57 ; Gruat & Marty 2000, 40 ; Dedet 2003, 200), pour le toulousain (Py 2012, 200 ; Gardes & Grizeaud 2013, 7) ou encore dans le bassin audois (Rancoule & Schwaller 1994, 225).

Des dynamiques régionales endogènes nourries d'influences multiples

Culture matérielle et réseaux d'échanges

La première caractéristique qui est relevée dans l'ensemble du Sud-Ouest est la raréfaction des importations méditerranéennes, à l'exception de la frange côtière du Roussillon et du Languedoc. Ce phénomène est constaté pour l'ensemble de l'Europe occidentale et centrale et tranche avec les relations soutenues établies notamment avec l'Italie, à la période précédente (Milcent 2003, 365 ; Adam 2007, 255). Les réseaux d'échanges antérieurs sont modifiés. La circulation des objets méditerranéens se fait désormais de manière isolée. Les rares importations de ce type identifiées dans les sites de cette période, à l'exclusion du littoral méditerranéen, se trouvent dans le bassin de la Garonne, autour de Toulouse et ponctuellement près d'Agen. Il s'agit de céramique fine et dans quelques cas d'amphores massaliètes ou même ibériques (Muller 1998, 56 ; Adam 2007, fig. 1).

Cette rareté relative du mobilier méditerranéen ne signifie pas pour autant un arrêt des échanges à longue distance. Car cette période des IVe et IIIe siècles av. n. è. correspond à l'expansion de peuples Celtes depuis le centre de l'Europe vers le sud, l'est et l'ouest. Les textes classiques relatent certaines de ces incursions, l'épisode de la prise de Rome vers -390 étant le plus connu, parmi d'autres

(Buchsenschutz *et al*. 2012, 296 et 311-319). Des mercenaires Celtes ont d'autre part été fréquemment employés au cours des IVe et IIIe siècles par les Macédoniens, les Carthaginois, les Romains ou encore par le tyran Denys l'Ancien de Syracuse (Lejars 2006, 79 ; Péré-Noguès 2007 ; Buchsenschutz *et al*. 2012, 319-320). Au-delà de ces épisodes guerriers, le développement de la culture laténienne se traduit par une grande homogénéité dans les mobiliers céramiques ou métalliques (fibules, armes) que l'on retrouve des côtes atlantiques de la Gaule jusqu'à la mer Noire (Buchsenschutz *et al*. 2012, 301). La diffusion et l'adoption rapide des nouveautés à l'échelle de ce vaste espace montrent le dynamisme des contacts transeuropéens de cette période.

Le mobilier de faciès laténien est aussi présent dans le sud-ouest de la Gaule aux IVe et IIIe siècles av. n. è. (Gardes *et al*. 2020, 251-254). Dans le Toulousain, l'utilisation de fibules et de vaisselle céramique relevant de cette culture matérielle montre l'adoption dans le quotidien, par toutes les franges de la population, de ces nouveaux artefacts (Milcent 2006, 49). L'Aquitaine septentrionale est elle aussi bien intégrée dans ce mouvement, tout comme le Massif central, avec l'adoption des céramiques à enduit rouge (Gomez de Soto *et al*. 2007, 84-85). Enfin, le Languedoc occidental adopte également des vases tournés de type celtique, au détriment des vases de type grec et en parallèle avec les types ibériques (Janin & Py 2012, 153). Les parures métalliques du bassin audois reflètent elles aussi des influences continentales (Rancoule & Schwaller 1994, 224-225). Certains types céramiques, notamment des gobelets et vases-baquets de circulation régionale, sont cependant caractéristiques l'axe Aude-Garonne. Le Gers apparaît aussi comme une zone qui se singularise par certaines productions céramiques (Gardes *et al*. 2020, 251-253).

En Aquitaine, la différence entre le piémont pyrénéen jusqu'à la vallée de l'Adour et la vallée de la Garonne est progressivement plus marquée. Les habitats de cette zone sont peu connus, les nécropoles ayant fait l'objet de recherches plus assidues. Celles de la vallée de la Garonne sont abandonnées à partir de la fin du IVe siècle alors que celles du piémont pyrénéen montrent une continuité entre les Ve et IIIe siècles av. n. è. (Gardes 2001, 121-122). Les échanges avec la Celtique sont perceptibles dans cette zone plus méridionale, mais les relations se font surtout avec l'Ibérie et le Languedoc. Les éléments laténiens sont, dans l'état actuel des connaissances, moins bien représentés au-delà des proches affluents de la Garonne. Des modèles de fibules locaux ainsi que l'utilisation dominante de céramique non tournée y sont recensés (Gardes *et al*. 2020, 251-252).

Les particularités de la zone littorale languedocienne, où la fréquence de mobilier importé reste soutenue, sont dues à un contexte marqué par les contacts étroits avec des populations méditerranéennes d'origines diverses. Les Étrusques ont été à l'origine d'un commerce actif dans cette région, depuis le VIIe siècle, mais surtout au VIe siècle av. n. è. Leur influence est visible par la circulation d'amphores vinaires provenant d'Étrurie, de vaisselle en *bucchero nero* et de vaisselle de bronze de même provenance. Les mobiliers importés jusqu'en Gaule interne et la cargaison de l'épave de Grand Ribaud F, au large de la presqu'île de Giens, en sont des exemples. Les Étrusques ont su profiter de leur proximité géographique pour mettre en place des réseaux d'échanges réguliers avec le Sud et l'intérieur de la Gaule, par la vallée du Rhône notamment (Séjalon *et al*. 2008, 57-58 ; Bats 2011, 95 ; Janin & Py 2012, 143 ; Py 2012, 107-110). Leur installation dans un quartier du comptoir de *Lattara* (Lattes), au moment de sa fondation vers 500 av. n. è., en cohabitation avec les populations locales, apparaît comme la suite logique de leur implication commerciale avec cette région (Daveau & Py 2015, 37-42). Les Grecs n'ont pas tardé à leur faire concurrence, tout d'abord avec la fondation de *Massalia* autour de -600. Leur influence s'étend progressivement le long de la côte et va conduire à la mise en place d'un quasi-monopole. Ainsi, le récent quartier étrusque de Lattes est détruit vers -475. À la fin du Ve siècle, les Grecs de *Massalia* ont pris le dessus, ce que l'on constate par la présence majoritaire (mais non pas exclusive) d'amphores micacées sur les sites indigènes, qui servent au transport de leur production de vin (Bats 2011, 101). La fondation du comptoir d'*Agathè* (Agde) vers -425 marque l'extension de leur domaine en limite de l'aire ibéro-punique, dont l'influence se ressent sur les territoires côtiers languedociens. Les productions puniques avaient en effet atteint le Languedoc occidental dès le VIIe siècle et étaient abondantes au cours des VIe et Ve siècles av. n. è. jusque dans la vallée de l'Aude. Le rôle des négociants d'Ampurias (Catalogne), fondée vers -580, dans la diffusion de ces produits, est très probable à partir du milieu du VIe siècle. La présence d'Ibères sur certains sites du littoral languedocien tel Pech-Maho (Sigean, Aude) dès le Ve siècle av. n. è. aurait également contribué à dynamiser les échanges entre le Nord-Est ibérique et le Languedoc (Py 2012, 110-116 ; Gorgues 2016, 188). Le faciès mobilier particulier du Languedoc occidental découle donc de sa position de carrefour géographique ayant accès à la Méditerranée, au Massif central, à la voie vers l'Atlantique, au massif pyrénéen ainsi qu'à l'aire catalane.

La mise en évidence de ces relations multiples via le mobilier ne doit pas occulter les dynamiques locales. Si la stimulation des zones périphériques (en l'occurrence de l'arrière-pays littoral) par la demande méditerranéenne est certaine, les réponses apportées dans le Languedoc occidental ne sont pas imposées par l'extérieur et reflètent des traditions solides que l'on peut percevoir jusqu'à la mise en place de la domination romaine (Py 2012, 180). Plusieurs

sites relais indigènes se développent entre les VIe et Ve siècles av. n. è. le long du littoral, signe de la participation active des populations locales dans ces dynamiques commerciales (Bats 2011, 103). La nécropole à incinération du site d'Ensérune (Nissan-lez-Ensérune, Hérault) est un bon exemple de ces influences multiples intégrées à des pratiques plus anciennes. On connaît en effet dans les tombes des IVe et IIIe siècles av. n. è. des armes caractéristiques de la panoplie celtique laténienne, adoptées sans décalage chronologique par rapport aux zones d'origine de ces modèles. Ces éléments continentaux sont intégrés aux pratiques locales alors même que les similitudes avec le faciès ibéro-languedocien sont renforcées. Le fait que l'armement soit toujours abondant dans les tombes du IIIe siècle av. n. è. alors qu'il diminue ailleurs dans l'aire celtique est interprété comme la poursuite de traditions funéraires locales, en lien avec le statut des guerriers dans cette société (Schwaller *et al.* 2001, 182-183).

Occupation du territoire et habitat

Les données disponibles sur l'occupation du territoire sont très inégales selon que l'on se situe sur le littoral méditerranéen, avec de nombreux sites connus, ou plus vers l'intérieur des terres, où les données sont très rares (**fig. 170**). Les analyses seront donc plus approfondies pour la zone languedocienne que pour le reste de la région.

Le Ve siècle av. n. è. avait vu la mise en place dans le Languedoc d'un urbanisme plus régulier dans les *oppida*, accompagné de la généralisation de la construction en pierres et non plus en bois sur poteaux porteurs, à part quelques exceptions vers l'intérieur des terres (Py 2012, 188). L'utilisation de l'adobe ou de la terre banchée* pour monter des murs sur solins de pierres devient courante et reflète aussi bien des influences grecques qu'étrusques ou ibériques. Au IVe siècle, l'évolution dans l'occupation de l'habitat sera différente selon que l'on se trouve dans la zone héraultaise et vers l'est ou dans la vallée de l'Aude et vers le sud. Les secteurs plus proches de *Massalia* vont connaître une restructuration plus forte de la trame des habitats, avec des sites de plaine qui disparaissent. Il semble que cela traduise une concentration de la population dans les habitats groupés qui perdurent plutôt qu'un dépeuplement (Garcia 2002, 97 ; Py 2012, 297). C'est le cas de Lattes, dont l'occupation se poursuit au IVe siècle et qui connaît un fort développement urbain avec une augmentation de la surface occupée. À la suite de la fondation de la colonie d'*Agathè*, D. Garcia propose de restituer certains changements dans l'organisation du territoire. Il semblerait ainsi que dans ce secteur, les populations locales se soient déplacées vers des sites un peu à l'intérieur des terres alors que les Grecs s'approprient une partie du territoire côtier (Garcia *et al.* 2007, 230-231). Les transformations de l'*oppidum* de La Ramasse (Clermont-l'Hérault) entre le IVe et le milieu du IIIe siècle av. n. è. (construction d'un rempart contre lequel s'appuient des maisons à pièce unique, construites en pierres) ont lieu dans ce contexte. Le plan des fortifications, qui suit un tracé à crémaillère dont l'origine se trouve dans le monde grec, montre les relations entre les différentes populations (Garcia 1993, 122-126).

Pour la zone allant de la vallée de l'Aude vers le sud, la situation au IVe siècle est plutôt celle de la continuité par rapport aux formes d'habitat mises en place à partir du Ve siècle av. n. è., malgré une raréfaction des sites de plaine. Les *oppida* qui se maintiennent semblent jouir de bonnes conditions économiques : les produits méditerranéens sont toujours présents et les surfaces occupées progressent (Garcia *et al.* 2007, 231 ; Py 2012, 193-196). Une phase d'instabilité pourrait être reconnue au IIIe siècle av. n. è., avec

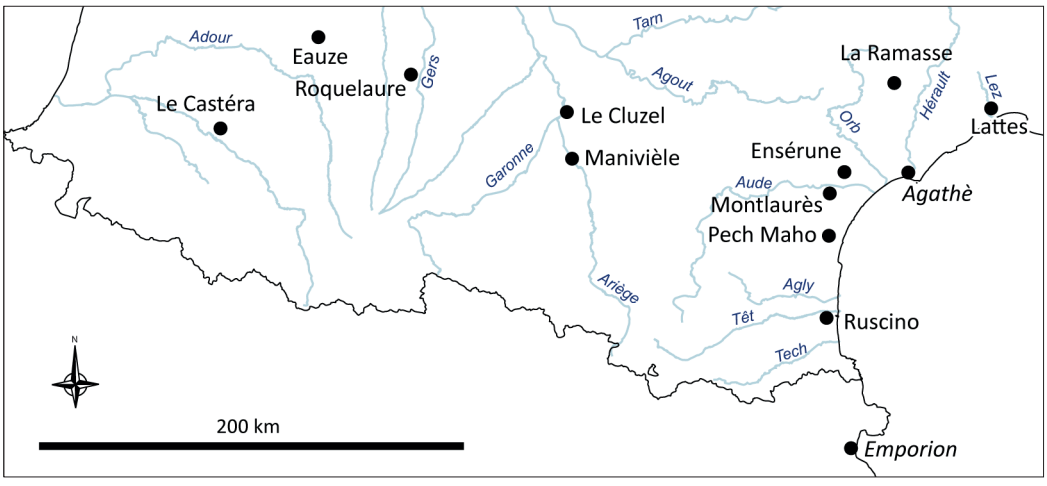


Fig. 170. Sites connus pour les IVe et IIIes. av. n. è. dans la région, hors mines.
Pour la frange littorale, seuls les principaux sites ont été intégrés. *E. Meunier 2022*

des restructurations sur plusieurs sites et certains abandons. Cependant, les datations de ces évènements ne permettent pas d'y voir une origine unique. Si la destruction de Pech-Maho, qui se produit aux alentours de -225 (Gailledrat 2010, 334), correspond bien à un épisode militaire violent, il n'est pas possible à l'heure actuelle de généraliser cette explication à l'ensemble des sites.

Dans cet arrière-pays méditerranéen, en relation étroite avec la péninsule Ibérique, il est cependant envisageable que les signes d'instabilité relevés vers la fin du IIIe siècle soient des conséquences, au moins partielles, des conflits entre Rome et Carthage. Les importations précoces de productions italiennes dans le Narbonnais pourraient aller dans le sens d'une forme d'ingérence romaine sur la région, dans le prolongement de leur mainmise sur le nord-est ibérique dans le dernier tiers du IIIe siècle av. n. è. (Py 2012, 199). La fin du IIIe siècle av. n. è. marque aussi le terme de la véritable indépendance des populations de cette frange méditerranéenne, qui vont ensuite être incluses dans les grands ensembles méditerranéens (Gorgues 2010, 88).

Les régions situées à l'intérieur des terres (Toulousain, Pyrénées, Aquitaine) sont malheureusement moins bien connues et il est difficile de proposer un schéma d'occupation du territoire pour les IVe et IIIe siècles. La raréfaction des sites attribués à cette chronologie est une constante. Dans la basse vallée de l'Ariège, non loin de sa confluence avec la Garonne, le site de Manivièle (Le Vernet) a livré des indices d'un habitat rural du IVe siècle av. n. è., un type particulièrement peu représenté pour la période (Grizeaud *et al.* 2010, 189-190). Seuls un puits, un sol de galets et un chenal ont été identifiés sur ce site, ce qui ne permet pas de préciser son organisation, mais le lot de céramiques est bien fourni. Le profil laténien très marqué des productions, avec des parallèles dans le centre de la Gaule, est à noter. Les habitats de hauteur représentent la majeure partie des sites connus pour la période. Il faut noter en ce qui concerne les sites les plus importants, que l'on peut apparenter à des *oppida* et qui évolueront souvent vers des chefs-lieux romains, qu'ils sont souvent occupés dès le VIe siècle au sud de la Garonne, montrant une continuité de l'occupation de ces sites majeurs (Gardes *et al.* 2020, 247). Au nord et à l'est de la Garonne (mais hors du littoral), ces grands sites apparaissent quant à eux au IIe siècle av. n. è., suivant un schéma qui se retrouve dans le reste de la Gaule (Gardes 2001, 124-126 ; Fichtl 2012 ; Gardes *et al.* 2020, 247). Le IIIe siècle est aussi le moment de l'apparition d'agglomérations de plaine ouvertes, avec une forte composante artisanale (Barral 2016), telles que Lacoste en Gironde ou Aulnat dans le Puy-de-Dôme (Mennessier-Jouannet 2013 ; Sireix 2013). Ces sites ont été révélés relativement récemment par l'archéologie préventive et leur configuration pour ces périodes hautes n'est pas toujours bien connue. On peut néanmoins relever leur surface importante, leur localisation sur des points de contrôle d'axes de circulations tels que des gués et, dans certains cas, des indices d'une planification de leur organisation interne. On les retrouve dans l'ensemble de l'aire laténienne, dans le centre et l'est de la Gaule, mais aussi jusqu'en Hongrie (Colin & Verdin 2013, 241 ; Marion 2013, 366 ; Fichtl 2013 ; Barral & Lallemand 2014, 205 ; Hiriart 2019). Ils sont toutefois encore rares dans notre zone d'étude pour cette phase précoce.

Les premiers monnayages : l'adaptation d'un modèle

À partir du dernier tiers du IIIe siècle av. n. è., les premiers monnayages gaulois, en argent, font leur apparition dans le sud-ouest de la Gaule. Ils font suite à des premières frappes, caractérisées elles aussi par l'utilisation de l'argent, qui imitaient les monnaies grecques (drachmes d'*Emporion* et de *Rhodè*) en circulation à cette période (Feugère & Py 2011, 235 ; Callegarin & García Bellido 2012, 127-128 ; Hiriart *et al.* 2020). L'arrivée de ces premières monnaies a été mise en relation avec la participation de mercenaires gaulois à des conflits impliquant des peuples méditerranéens (Péré-Noguès 2007, 353), mais des recherches plus récentes nuancent l'importance de ces apports (Hiriart *et al.* 2020). La Garonne fait office de frontière pour l'utilisation des monnaies d'argent, caractéristiques du sud de la Gaule, face à l'utilisation de l'or au nord et dans le centre, suivant le modèle des statères de Philippe II de Macédoine. Après l'imitation, les types locaux originaux prennent forme, reflétant les identités des peuples émetteurs. Le long de l'isthme gaulois, on trouve les premières monnaies à la croix qui seront présentes dans tout le Sud-Ouest à la période suivante. Ces monnaies forment la série la plus importante parmi les monnaies gauloises (Feugère & Py 2011, 235 ; Hiriart 2016, 151-152). En parallèle, d'autres types se développent en Aquitaine à partir du dernier tiers du IIIe siècle également. Il s'agit de la série au cheval émise par les Sotiates (à l'ouest de la Baïse) et de la série aquitaine à protubérances. Leur datation dans le dernier tiers du IIIe siècle av. n. è. est confirmée par leur association à d'autres monnaies méditerranéennes ainsi qu'à des monnaies à la croix dans des dépôts ibériques datés de la deuxième guerre punique (Callegarin *et al.* 2013, 190-193). Les auteurs attribuent la présence de ces monnaies gauloises à des déplacements de mercenaires depuis le nord des Pyrénées, dans le cadre de ce conflit militaire. Mais l'utilisation des monnaies dans le cadre du mercenariat n'est pas exclusive. Leur diffusion dans les sites ouverts à vocation commerciale ou artisanale qui s'installent à partir du milieu du IIIe siècle av. n. è. près de grands axes de circulation montre

que les monnaies sont progressivement intégrées en tant que moyen d'échange (Gruel & Haselgrove 2006, 132).

Il est intéressant de noter que des ajustements de la métrologie de ces émissions gauloises sont perceptibles dès les premières frappes monétaires. Les premières monnaies, plus lourdes (autour de 4,7 g), suivent les étalons des colonies grecques de Catalogne (Ampurias et *Rhodè*). Un ajustement un peu plus léger, autour de 3,6 g, a lieu dans les dernières années du IIIe siècle, en parallèle avec les dévaluations opérées par les Romains, Grecs et Carthaginois sur leurs propres monnaies pour financer les campagnes des guerres Puniques (Bats 2011 ; Callegarin & García Bellido 2012, 134). L'application de ces dévaluations par les Gaulois montre d'une part leur intégration dans le système monétaire de la période et d'autre part une pratique suffisamment courante de l'usage de la monnaie pour que la valeur faciale soit reconnue indépendamment du poids de métal utilisé (Callegarin *et al*. 2013, 192). Ces éléments vont dans le sens de pouvoirs locaux solides, qui peuvent garantir la valeur de leurs émissions. Ils ont aussi pu fournir un cadre de confiance pour les échanges basés sur le troc entre des groupes indépendants dont les systèmes de valeurs de base n'étaient pas les mêmes, tels que décrits pour l'aire languedocienne (Gorgues 2016, 171).

Dans le Languedoc occidental, on distingue le groupe languedocien des monnaies à la croix, émis à partir du troisième quart du IIIe siècle av. n. è. et qui disparaît dès le début du siècle suivant (Feugère & Py 2011, 239). Ensuite, plusieurs séries de monnaies montrent de claires affinités avec les modèles ibéro-puniques et en particulier amporitains, témoignant une fois encore des relations étroites tissées entre les communautés des rivages méditerranéens. Ces monnaies ont aussi la particularité de porter des légendes inscrites en écriture ibérique qui rendent compte de l'existence de peuples inconnus par ailleurs. Cela serait le cas des Longostalètes, avec un centre émetteur qui pourrait se trouver à Ensérune, actif à partir de -250 (Feugère & Py 2011, 301-302). Une autre série d'oboles émise à partir de la même période porte le nom des *Neronken*, dont le centre émetteur se trouverait près de l'embouchure de l'Aude (Feugère & Py 2011, 305-308). Ces deux peuples continueront à émettre des monnaies jusque dans le premier quart du Ier siècle av. n. è., indiquant une certaine pérennité de ces entités politiques, dont l'importance régionale est révélée par ces frappes précoces.

Une région morcelée

Les données présentées ci-dessus mettent en avant les variations subrégionales, qui transparaissent le mieux dans la culture matérielle. Les données sur l'occupation du territoire sont trop inégales pour en tirer des conclusions solides pour cette période. Les monnaies, quant à elles, confirment ce morcellement avec une diversité de centres émetteurs. Elles ne concernent que la fin du IIIe siècle, mais reflètent certainement des réalités antérieures. On peut ainsi distinguer trois domaines principaux : l'espace entre Pyrénées et Adour, l'axe Aude-Garonne qui inclut la zone névralgique du Toulousain et le Languedoc occidental. Il ne s'agit cependant pas d'espaces aux frontières bien définies, les zones de contact montrant des profils mixtes, signes des communications et échanges entre ces domaines. Certains points communs à l'échelle de la région peuvent aussi être mis en évidence, comme l'utilisation de l'argent comme métal monétaire, la pénétration des types matériels laténiens et les relations avec le monde ibérique.

L'axe Aude-Garonne et le Languedoc occidental sont en contact assez étroit, les influences méditerranéennes pénétrant vers l'ouest par ces voies fluviales. La circulation des mobiliers et des monnaies l'atteste également (Gardes *et al*. 2020). L'espace sud aquitain entre Pyrénées et Adour reste en marge et se singularise. Le domaine montagnard pyrénéen est quant à lui largement absent de ce panorama régional, du fait de l'absence de données. Les données de l'archéologie minière peuvent apporter des compléments sur cette période.

Dans les mines, une phase mise en lumière par le radiocarbone

Les éléments disponibles à propos des mines du sud-ouest de la Gaule des IVe et IIIe siècles av. n. è. sont assez limités, tout comme pour l'ensemble des données archéologiques. On connaît une activité à cette période sur sept sites dans la région, étudiés à des degrés divers (**fig. 171**). En dehors du district de l'Arize, seule la mine des Barrencs a fait l'objet d'une étude suffisamment poussée pour permettre de caractériser les techniques employées alors. Dans le cas du fer du Pays basque, les ateliers sont connus, mais pas les mines[2]. Pour les Pyrénées centrales, les travaux de Séras ne sont pas connus et ceux de Palouma ont fait l'objet d'une étude partielle, où les niveaux datés à partir du IIe siècle av. n. è. sont

2 Nous rappelons ici que la technique de réduction du fer avec écoulement de scories est parfaitement maîtrisée dès cette période (Beyrie 2015). Cependant, s'agissant du seul secteur sidérurgique connu avec cette chronologie dans toute la région, nous n'allons pas entrer plus avant dans l'analyse de ses caractéristiques techniques.

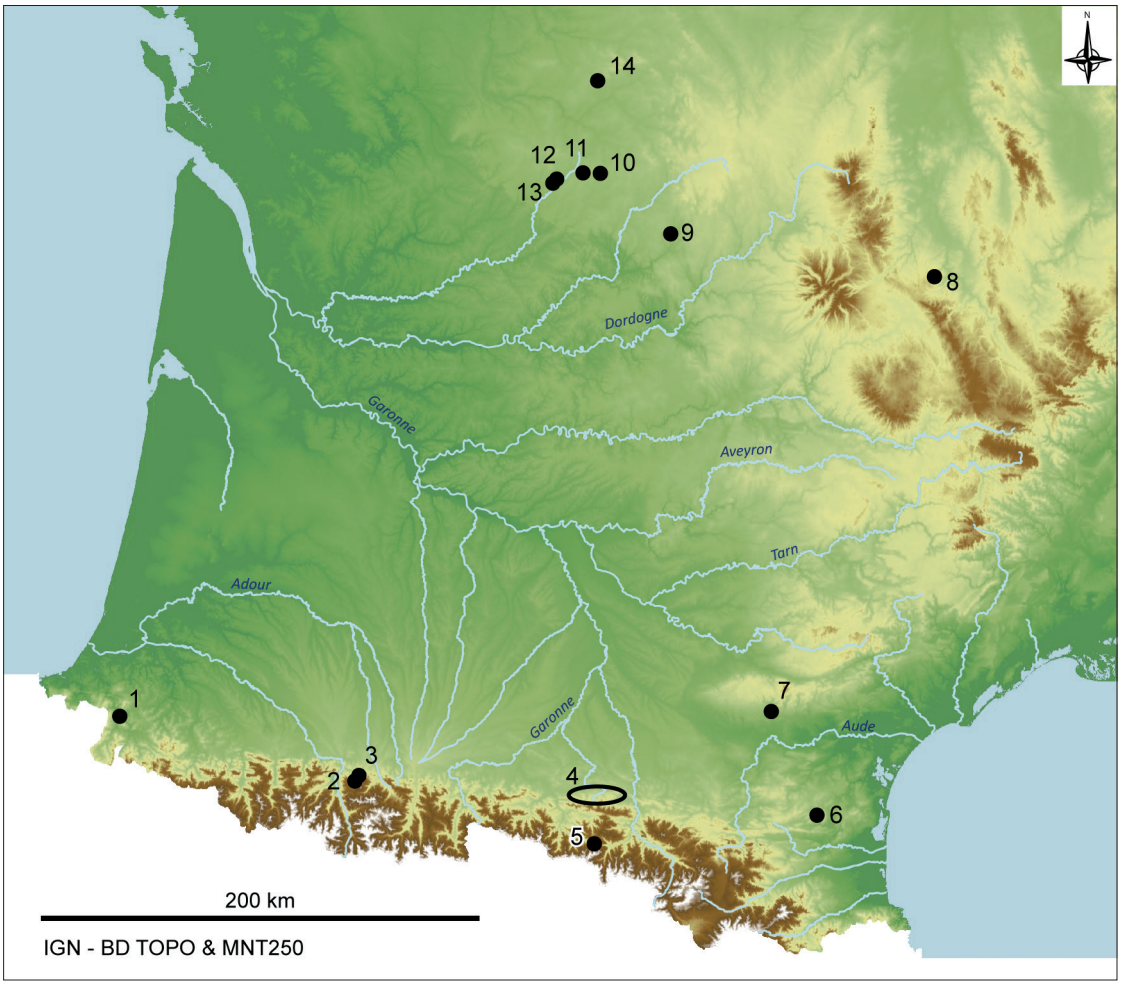


Fig. 171. Mines des IVe et IIIe s. av. n. è. prises en compte dans ce chapitre. **1.** Larla ; **2.** Palouma ; **3.** Séras ; **4.** District de l'Arize ; **5.** L'Argentière ; **6.** La Caunetta 6 ; **7.** Les Barrencs ; **8.** La Rodde ; **9.** Le Puy des Angles ; **10.** La Fagassière ; **11.** Lauriéras ; **12.** Cros-Gallet ; **13.** Les Fouilloux ; **14.** Les Lanvers. *E. Meunier 2018*

les mieux caractérisés. La mine de l'Argentière (Aulus-les-Bains) ne conserve que des lambeaux de paroi et des haldes* pour les phases anciennes d'exploitation. Enfin, la mine de la Caunetta 6 est un chantier que nous pensons pouvoir attribuer à cette période, mais qui a probablement fait l'objet d'une reprise au IIe ou Ier siècle av. n. è. dont l'ampleur n'est pas évaluée. Il est donc indispensable de prendre en compte d'autres mines mieux étudiées (**fig. 171**) pour évaluer les exploitations de cette période.

Pour la Gaule, le district aurifère du Limousin est l'un des rares dans lequel plusieurs mines ont pu faire l'objet de fouilles exhaustives dans le cadre de l'archéologie préventive (Cauuet 1999 ; Cauuet 2004 ; Toledo I Mur *et al.* 2005). Les connaissances acquises sur ces sites dépassent donc largement ce que l'on obtient par des petits sondages ponctuels, même multipliés, dans des réseaux abordés en opération programmée. Six mines de ce district ont livré des vestiges des IVe ou IIIe siècles av. n. è. Il s'agit de Les Lanvers, Les Fouilloux, Cros-Gallet, Lauriéras, La Fagassière et Le Puy des Angles. Mais le démarrage de l'exploitation de l'or de cette région est plus ancien : deux mines ont livré des vestiges résiduels de l'âge du Bronze et quatre révèlent une activité dès le premier âge du Fer (Cauuet 2004, 27-29). En dehors du Limousin, d'autres chantiers ont ponctuellement livré des chronologies des IVe ou IIIe siècles av. n. è., notamment la mine de plomb argentifère de La Rodde (Ally), dans le Massif central (Vialaron 2016, 134). Cette datation provient d'un boisage à la base d'un puits et donne un intervalle calibré entre -338 et -45. Le fait que des boisages datés du premier âge du Fer par le radiocarbone aient été recueillis dans le fond de travaux miniers en tranchée sur le même site permet d'accepter la probabilité d'une exploitation à la fin du IVe siècle ou au IIIe siècle av. n. è. pour le puits. Cependant, les autres éléments datés de la mine de La Rodde fournissent des chronologies qui peuvent être bien plus récentes (du IIe siècle av. n. è. au VIe siècle de n. è.), ce qui empêche d'identifier des caractéristiques techniques propre à cette phase d'activité des IVe et IIIe siècles av. n. è. (Vialaron 2016, 134-146).

Les données disponibles pour cette période à l'échelle d'un large quart sud-ouest de la Gaule permettent tout de même

de faire un bilan des pratiques minières, du point de vue des techniques mais aussi de l'organisation des exploitations, qui servira de base pour caractériser les évolutions ou continuités avec les phases suivantes.

Types de chantiers et connaissances géologiques des mineurs

La morphologie des chantiers étudiés dans les différents districts montre à chaque fois une adéquation entre les creusements et les corps minéralisés, suivis de près par les mineurs. Les excavations suivent l'inclinaison des filons ou leur verticalité (Arize, Barrencs, Limousin) et les formes des travaux sont irrégulières dans le cas d'exploitations d'amas (La Caunetta 6). Cela montre que les mineurs se sont "laissés guider" par la minéralisation, pour reprendre une expression utilisée à propos du chantier des Barrencs, reflétant les connaissances empiriques acquises dans l'exploitation (Munteanu *et al*. 2016, 179).

Une différence réside toutefois dans le choix de maintenir l'exploitation en ouvrage à ciel ouvert autant que possible ou de passer rapidement à des travaux en souterrain. La première option a été préférée dans le Limousin (**fig. 172**) où les chantiers se présentent sous la forme de fosses ou de tranchées, d'autant plus larges que l'exploitation est profonde (Cauuet 1999, 44 ; Cauuet 2004, 40-41). Des poursuites de travaux en souterrain depuis le fond des fosses lorsque les filons sont toujours riches sont observées à partir du milieu du IIIe siècle av. n. è., lorsque les fosses dépassent les 10 m de profondeur (Toledo I Mur *et al*. 2005, 183-191 ; Cauuet *et al*. 2018, 17). Le choix de conduire l'exploitation à ciel ouvert est lié au fait que les terrains superficiels, arénisés, sont plus facile à abattre, ce qui permet d'élargir l'excavation et évite les inconvénients du souterrain. En profondeur, la roche moins altérée est plus difficile à attaquer et les mineurs ont limité leurs efforts en réduisant la largeur des chantiers et en évoluant vers des ouvrages souterrains. Les mines de fer du site de Larla, dont l'exploitation doit être contemporaine des ateliers et donc démarrer dès le IVe siècle av. n. è., se présentent également sous la forme de mines à ciel ouvert, en fosses ou tranchées.

Pour les autres sites, l'exploitation s'est développée directement en souterrain. Des indices d'exploitation de surface, sous la forme de fosses ou tranchées comblées, sont visibles autour des ouvrages d'exploitations principaux aux Barrencs, à Palouma et dans le massif de l'Arize. Ils n'ont pas été étudiés et demeurent donc non datés. Ils s'apparentent cependant à des ouvrages de prospection, identifiés également dans le district aurifère du Limousin. Le décapage archéologique extensif du terrain autour des mines du Puy des Angles, de Cros-Gallet et des Fouilloux a permis de mettre au jour de nombreuses excavations de taille réduite qui ont suivi des filons visibles à l'affleurement (Cauuet 2004, 38-39 ; Toledo I Mur *et al*. 2005, 177). Cela permettait aux mineurs de reconnaître la puissance et l'orientation des filons, et de tester leurs teneurs. Les plus riches ont donné lieu à de véritables exploitations et les autres ont été abandonnés.

L'ouverture des chantiers depuis les affleurements est une constante des mines de cette période. Cela permettait une rentabilité rapide des travaux d'exploitation, localisés directement dans les zones riches. Les travaux du massif de l'Arize datés de cette période montrent que les mineurs s'en sont tenus assez scrupuleusement aux structures suivies depuis l'affleurement, ne se donnant pas la peine de vérifier par des galeries de recherche dans le stérile si d'autres structures minéralisées pouvaient se retrouver après les pincements des minéralisations ou en parallèle au filon principal. Cela dénote un manque d'audace de cette entreprise minière ou une volonté absolue d'assurer la rentabilité des creusements. Le chantier de La Caunetta 6 ne semble pas non plus avoir été accompagné d'ouvrages de recherches, mais il s'agit d'un cas isolé pour les Corbières, ne permettant pas de généraliser. Pour la mine de Palouma, la description des travaux ne permet pas d'attribuer de galerie de recherche à la période des IVe ou IIIe siècles av. n. è. Les mineurs du Limousin ont quant à eux plus volontiers ouvert des galeries de recherche, guidées par des petits filons croiseurs ou parallèles à la minéralisation principale (Cauuet 2004, 49 ; Toledo I Mur *et al*. 2005, 178). Aux Barrencs, c'est une recherche systématique qui est réalisée aux différents niveaux de l'exploitation (Beyrie *et al*. 2011, 48). Les mineurs ont préféré dans ces cas-là prendre le risque d'un creusement non rentable plutôt que celui de passer à côté d'une zone riche. La logique n'est pas la même.

Enfin, les volumes exploités varient d'un site à l'autre. Le site des Barrencs est de loin le plus grand connu pour cette période dans la région. La partie topographiée s'étend sur plus de 200 m nord-sud et la profondeur des travaux atteint au moins 85 m depuis la surface du versant. Et il ne s'agit que d'une partie de l'exploitation. Ensuite, les travaux du Limousin, par le nombre de chantiers connus, représentent une exploitation encore plus importante, mais les chantiers pris individuellement sont plus modestes. Pour les phases d'exploitation comprises entre le Ve et le milieu du IIIe siècle av. n. è., les fosses d'exploitation, hors structures liées à la prospection, atteignent 3 à 5 m de large, 8 à 16 m de long et de 2 à 10 m de profondeur (Cauuet *et al*. 2018, 16). À partir du milieu du IIIe siècle, des chantiers en activité sont approfondis et commencent à atteindre des profondeurs allant jusqu'à

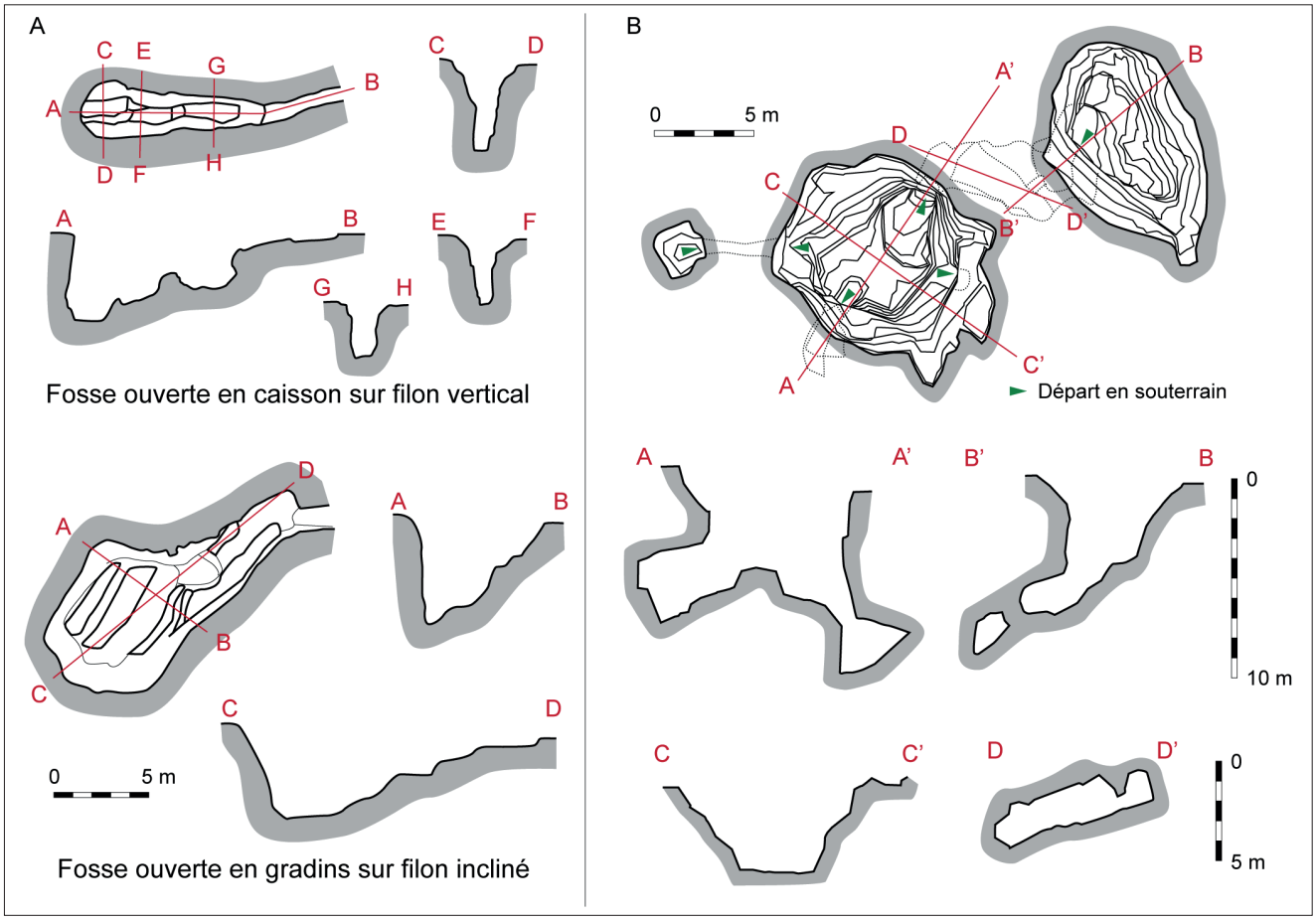


Fig. 172. Mines à ciel ouvert du Limousin. **A.** Cros-Gallet nord (Cauuet 1999, fig. 18). **B.** Le Puy des Angles (Toledo I Mur *et al.* 2005, fig. 8). *E. Meunier 2022*

20 ou 30 m. Dans le massif de l'Arize, les chantiers datés des IVe ou IIIe siècles av. n. è. ont des dimensions variables. Hautech 9, le moins développé, atteint 4 à 6 m de long pour 9 m de profondeur, et sa largeur varie de 1 à 1,8 m. La mine de La Coustalade atteint 12 m de long en cumulant les deux chantiers anciens et une dizaine de mètres de profondeur, la largeur des travaux étant inférieure au mètre dans le premier chantier et de près de 5 m dans le second. Enfin, celle de Rougé est la plus développée avec au minimum 30 m de profondeur atteinte à la fin du IIIe siècle av. n. è. (40 m max.) et une longueur de 16 m. La largeur du chantier oscille entre 0,8 et 2 m. On signalera également que les boisages de la mine de Palouma dont la datation peut remonter au IIIe siècle av. n. è. se trouvaient en place dans un puits dont la profondeur au jour n'est pas précisée mais que l'on rejoint après un parcours traversant plusieurs dépilages de 10 à 15 m de profondeur (Girard 2004, 34-44).

Les techniques de travail souterrain dans des chantiers profonds sont bien maîtrisées aux Barrencs. Pour le district de l'Arize, les profondeurs sont plus faibles, mais cela semble être dû à la taille plus réduite des minéralisations plutôt qu'à des contraintes techniques. Les recherches minières récentes ont en effet montré que les chantiers anciens n'avaient pas laissé de minerai en place dans les zones exploitées. Lorsque les travaux ont pu passer sous les ouvrages anciens, à la fin du XIXe siècle ou au début du XXe siècle, c'est que les anciens mineurs n'avaient pas cherché à dépasser les pincements de la minéralisation par des recherches dans le stérile, comme à la Coustalade par exemple. La profondeur du secteur ayant livré les bois anciens de la mine de Palouma indique que cette maîtrise technique était acquise également par les mineurs des Pyrénées centrales. En revanche, pour le Limousin, il semble que les mineurs se soient contentés d'exploiter les gisements moins profonds jusqu'au milieu du IIIe siècle av. n. è. Ce n'est qu'à la fin de ce siècle que les chantiers évoluent vers un travail véritablement souterrain, avec un système de boisages complexes à tenons et mortaises (Cauuet *et al.* 2018, 17). L'abondance des ressources plus faciles d'accès est sans doute la cause de ce choix d'exploitation prioritairement en surface.

Mode d'abattage

Dans le massif de l'Arize, les travaux datés des IVe et IIIe siècles av. n. è. sont tous caractérisés par l'utilisation dominante du feu pour abattre la roche. Des traces d'outil

sont ponctuellement visibles à la couronne* dans les niveaux intermédiaires de Rougé, entre les cotes -8,94 et -9,88. Le profil courbe de la couronne* à cet endroit peut cependant indiquer une utilisation secondaire de l'outil après un passage au feu, comme cela a pu être observé aux Fouilloux ou à la Fagassière (Cauuet 2004, 47-48), ou éventuellement correspondre à une reprise plus tardive. La mine de L'Argentière et le réseau 235 de Palouma sont eux aussi ouverts principalement au feu (Girard 2004, 16-32). En revanche, on trouve une combinaison de l'utilisation du feu et de l'outil sur les sites des Barrencs, à La Caunetta 6, dans le réseau 330 de Palouma et dans le Limousin (Cauuet 2004, 45-46 ; Girard 2004, 34-36 ; Toledo I Mur *et al*. 2005, 198-199). Les mineurs ont dans ces cas-là adapté le mode d'abattage à la dureté de la roche encaissante (Beyrie *et al*. 2011, 50).

Ces différents modes d'attaque ont des implications sur les besoins annexes de la mine. Pour l'abattage au feu, la gestion de stocks de bois doit être organisée. Dans le cas de travaux à l'outil, il faut approvisionner les mineurs en pics ou pointerolles en fer, ainsi qu'avec des masses, et donc disposer d'une production sidérurgique parallèle à l'exploitation qui permette de répondre aux besoins des mineurs. La fabrication ou réparation des outils, soumis à de fortes contraintes, pouvait rendre nécessaire la présence sur place d'une forge (Cauuet 2004, 46). L'usure des outils devait être rapide : des éclats de métal retrouvés lors des fouilles dans la mine des Barrencs en témoignent (Mantenant *et al*. 2013, 37-38).

Ces éléments sont classiques pour des mines préindustrielles, le feu et les outils en fer constituant les deux modes d'abattage utilisés universellement dans les mines en roche. Le choix de l'une ou l'autre des techniques n'est donc pas significatif en lui-même et répond à des contraintes techniques. Ce n'est que lorsque l'un ou l'autre est dominant, comme dans le cas de l'Arize, où le feu connaît une utilisation systématique à cette période, que des variations dans certains secteurs des travaux peuvent devenir significatives. Les données des mines de la région montrent cependant plus souvent une combinaison de techniques, ce qui ne permet pas d'attribuer une valeur chronologique à ces choix.

Soutènement et ouvrages d'assistance

Dans le massif de l'Arize, nous avons vu que le soutènement est assuré par des piliers faiblement minéralisés ou des cloisons de roche stériles laissées en place (partie 2, chapitre 6). La présence de ces piliers n'est toutefois pas systématique : le chantier incliné CA1 de La Coustalade ne conserve aucun pilier transversal et le chantier CA2 du même site, avec un simple pont de roche dans la partie haute, dans le sens longitudinal, ne dispose pas non plus d'élément lié à un quelconque dispositif d'étayage. Le site de La Caunetta 6, ponctué de piliers et cloisons (Mantenant 2014, vol. 2, fig. 162), semble suivre le même schéma : les mineurs ont délaissé les zones stériles entre les amas de minerai et n'ont pas eu besoin d'éléments de soutènement supplémentaires.

Dans la mine des Barrencs, des piliers de roche assurent le soutènement de l'ouvrage. Ils sont en général minéralisés et ont été volontairement laissés en place par les mineurs (Munteanu *et al*. 2016, 178). Dans le Limousin, les chantiers des IVe et IIIe siècles, à ciel ouvert pour la plupart, ont un profil évasé vers le haut qui limite les besoins en soutènement. Lorsque les chantiers ont des parois plus verticales, comme dans certaines fosses de Cros-Gallet nord par exemple, des ponts de roche transversaux ont pu être laissés en place, délimitant des caissons qui sont, eux, approfondis (Cauuet 2004, 41 et 53). Les parties souterraines identifiées sur le site du Puy des Angles, qui ont pu être atteintes à la fin du IIIe siècle av. n. è. ou au début du suivant, correspondent à un type d'exploitation en chambre et piliers : le soutènement était assuré par les massifs rocheux en place. Dans les parties donnant accès aux souterrains, des encoches de boisage ont été identifiées. De forme quadrangulaire (L. : 20 cm, l. : 15 cm, prof. : 15 cm), elles ont servi à caler des bois en travers du chantier (Toledo I Mur *et al*. 2005, 202). Un soutènement par boisage a également été retenu dans la mine de Palouma. Les deux dates qui couvrent les IVe et IIIe siècles av. n. è. proviennent d'ailleurs du boisage à la base d'un puits dans le réseau 333 de ce site. Dans cette mine, la roche encaissante, des calcaires dévoniens, n'offrait pas une solidité suffisante et les explorations archéologiques se sont heurtées à plusieurs zones éboulées (Girard 2004, 34-46 ; Girard 2007, 8). Le soutènement par piliers n'aurait pas été efficace. On rappellera également que la date du premier âge du Fer de la mine de Séras a été obtenue sur un bois d'étayage. Le boisage des travaux pouvait donc être habituel dans ce secteur depuis des périodes hautes. Enfin, des éléments de boisage ont aussi été identifiés dans la mine de La Rodde (Vialaron 2016, 134).

Si l'utilisation de massifs de roche pour le soutènement faisait économiser du volume de creusement aux mineurs, d'autres ouvrages nécessaires à l'exploitation leur demandaient au contraire un investissement supplémentaire. Il s'agit des galeries ou puits d'aérage et des galeries d'exhaure*. S'assurer d'une bonne circulation de l'air était nécessaire pour permettre le travail des mineurs en souterrain, mais aussi pour la combustion des bûchers d'abattage et l'évacuation des fumées. Dans le massif de l'Arize, seule la mine de Rougé a livré des galeries creusées entièrement dans le stérile, qui pouvaient participer à l'aérage du chantier et faciliter la circulation des mineurs entre les différents niveaux. Le fait que les chantiers aient

démarré de l'affleurement et soient restés largement ouverts au jour permettait de ventiler naturellement les travaux. La mine des Barrencs et les ouvrages du Limousin, ouverts au jour eux aussi, pouvaient également être facilement ventilés (Cauuet 2004, 40-44 ; Beyrie *et al*. 2011, 50). Sur le site du Puits des Angles, les chantiers qui se développent en souterrain associent une mine en fosse et un puits, reliés par des galeries en profondeur. Les puits ne sont pas destinés uniquement à l'aérage car ils ont été foncés en suivant des minéralisations. Cela permettait de créer un courant d'air, renforcé si nécessaire par la présence de foyers dans les puits (Toledo I Mur *et al*. 2005, 201-202).

Les galeries d'exhaure* ne sont pas connues dans le massif de l'Arize. Aux Barrencs, ce type d'ouvrage doit exister dans la partie la plus profonde, mais il n'a pas pu être étudié car inaccessible (noyé et colmaté) et sa chronologie n'est donc pas connue. Dans le Limousin, des galeries d'exhaure* sont connues à La Fagassière et aux Fouilloux. Leur mise en place est située dans la seconde moitié du IIIe siècle av. n. è. et ce type d'équipement, qui évacuait l'eau remontée par une vis sans fin, devient systématique dans les chantiers démarrés à partir de cette période. On peut le constater avec le site de La Fagassière où la galerie d'exhaure* a été percée mais n'a pas dû servir beaucoup, du fait de l'épuisement du gisement à faible profondeur (Cauuet 1997, 204-206 ; Cauuet *et al*. 2018, 35). Dans le Limousin, on est alors passé, à la fin du IIIe siècle av. n. è., à un mode d'exploitation pensé dès le départ pour durer, avec une vision à long terme.

Ergonomie des travaux

Les ouvrages du massif de l'Arize, nous l'avons vu, ne facilitent pas, pour ce que l'on a pu en observer, les déplacements des mineurs en souterrain. Les chantiers inclinés ont des parois presque lisses (Rougé, La Coustalade, entrée d'Hautech 9), la hauteur des ouvrages ne permet pas toujours de s'y tenir debout et la largeur des galeries ou étages d'exploitations horizontaux ne permet pas à deux personnes de se croiser. Quelques exceptions sont à noter, comme les étages -6 à Hautech 9 ou -3,87 à Rougé, mais l'économie de creusement a semble-t-il primé sur le confort de travail. Le fait que les mines n'aient pas été totalement vidées permet de penser que d'autres secteurs étaient assez larges pour que les mineurs soient à l'aise, mais il faut sans doute attribuer ces élargissements aux caractéristiques de la minéralisation plutôt qu'à un souci du confort des mineurs. À Rougé, la largeur réduite (0,4 à 0,6 m) de la galerie d'assistance creusée entre les étages -16 et -21 dans le schiste stérile, une roche tendre pourtant très facile à attaquer, va dans ce sens.

Les données de la mine des Barrencs révèlent également que le confort des mineurs a été mis au second plan au profit d'une économie de moyens dans les nombreuses galeries de recherches. Les dimensions moyennes de ces ouvrages sont de 1,03 m × 0,83 m, ce qui ne permet pas de s'y tenir debout (Beyrie *et al*. 2011, 49). Dans les zones d'exploitation, les élargissements des creusements sont toujours liés à des enrichissements de la minéralisation ou à des variations de sa puissance (Munteanu *et al*. 2016, 178). Si les nombreuses galeries de recherche de cette mine montrent une plus grande facilité que dans le massif de l'Arize à investir dans le creusement d'ouvrages dont la rentabilité n'est pas immédiatement assurée, les conditions de travail des mineurs ne semblent pas pour autant avoir été au centre des préoccupations.

Dans le Limousin, les choses sont différentes par le choix qui a été fait de conduire les exploitations à ciel ouvert. Ces chantiers sont nécessairement plus larges et se tenir debout ne pose pas de problème dans ce contexte. Les galeries en travers-banc* qui relient les parties profondes des mines du Puy des Angles sont sommairement décrites. Certaines ne permettent qu'un passage accroupi alors que d'autres permettent de circuler légèrement penché ou debout (Toledo I Mur *et al*. 2005, 200-201). Les données disponibles ne permettent pas de savoir si ces différences sont liées à la nature de la roche encaissante, à la présence éventuelle de filon croiseurs dans ces galeries, ou peut-être à une différence chronologique.

Organisation de l'exploitation

Dans le massif de l'Arize, deux équipes pouvaient travailler en même temps dans les mines de Rougé, La Coustalade, et Hautech 9. Aux Barrencs, le travail simultané de plusieurs équipes peut être déduit des jonctions entre différents secteurs des travaux, au niveau desquelles on voit que les galeries ont été creusées dans deux sens différents (Mantenant *et al*. 2013, 35). Le volume et l'architecture du réseau sont également caractéristiques d'un chantier organisé pour un travail en plusieurs équipes. Dans le Limousin, les sites miniers sont composés de plusieurs chantiers qui ont selon toute probabilité été exploités par différentes équipes. Le fait que plusieurs sites soient contemporains indique de toute façon que plusieurs groupes de mineurs étaient investis dans les différentes exploitations. Pour les mines de Palouma et de La Caunetta 6, les données ne permettent pas de se prononcer, mais les chantiers ont une architecture qui permet un travail concomitant de plusieurs équipes.

L'archéologie ne nous livre pas de détail sur la composition de ces équipes et sur leur fonctionnement, mais le bon déroulement des opérations, qui suppose un certain degré d'anticipation et une vision globale des travaux, devait reposer sur un chef-mineur ou un petit groupe de mineurs expérimentés, qui pouvaient diriger les chantiers. Une autre question à laquelle on ne peut répondre en l'état concerne les relations entre ces différentes équipes en dehors du chantier minier. Dans le cas du massif de l'Arize et du Limousin, on peut se demander si chaque mine était exploitée par un groupe indépendant ou si tous les groupes de mineurs appartenaient à une même communauté plus large et étaient soumis à une autorité supérieure. Les données sur le contexte archéologique sont trop lacunaires à l'heure actuelle pour se prononcer. Un début de réponse pourrait toutefois être donné par deux exemples précis : celui des ateliers sidérurgiques de Larla et celui de l'habitat minier de Cros-Gallet nord.

Pour Larla, A. Beyrie indique tout d'abord que les ateliers se trouvent juste à côté des mines ou à une distance de moins de 1 km pour les plus éloignés (Beyrie 2003, vol. 1, 166-168). La chaîne opératoire complète de la mine au métal se déroulait au même endroit et pouvait être contrôlée par les mêmes individus. D'autre part, les ateliers identifiés ont des dimensions modestes et aucun regroupement de fourneaux en batterie n'a été observé. Chaque atelier est resté indépendant, formant une unité autonome (Beyrie 2003, vol. 1, 173). On ne perçoit pas ici d'autorité supérieure qui organiserait la production à l'échelle de tout le district de Larla.

À Cros-Gallet, un habitat de mineurs daté entre les Ve et IVe siècles av. n. è. a été fouillé sur le carreau* de la mine. Le plan d'une cabane sur sablières basses avec murs en torchis a pu être dégagé et d'autres bâtiments incomplets sont signalés à proximité. Les résultats de l'étude montrent que les mineurs et leurs familles vivaient sur place. Les éléments mobiliers relevant de la sphère domestique sont en effet présents : vaisselle céramique et pots à cuire, fusaïoles et pesons pour le tissage, fibules et bracelets pour la parure (Cauuet 2004, 86). Des analyses carpologiques ont montré la présence de céréales et de plantes sauvages, correspondant à une exploitation du terroir proche pour l'alimentation (Cauuet 2004, 87). Cela correspond à un fonctionnement autonome d'une population investie dans l'activité minière. Si l'on peut raisonnablement supposer que la production des différentes mines de ce vaste district était à un certain moment rassemblée, la phase d'extraction semble avoir été laissée entre les mains de groupes relativement indépendants, du moins jusqu'au milieu du IIIe siècle av. n. è. Un seul exemple d'habitat fouillé pour cette période oblige à rester prudent, mais il semblerait que la stratification sociale ne soit pas très poussée dans ce contexte. Cela correspond à un modèle de société segmentée qui est l'une des options proposées pour cette période (Hill 2006, 179). À partir de la seconde moitié du IIIe siècle av. n. è., l'activité répond à une demande plus forte, avec des améliorations techniques dans le traitement du minerai tels que le grillage et un broyage à la meule rotative (Cauuet *et al*. 2018, 17). Des bassins permettent de stocker de l'eau à proximité des mines pour réaliser le traitement minéralurgique. Cette intensification de l'activité s'accompagne d'un contrôle accru sur la production, dont les acteurs demeurent inconnus. La présence d'un petit poids en bronze (1,8 g) dans un niveau daté des IVe et IIIe siècles av. n. è. à quelques mètres du bord de la mine du Chazal (St-Clément), témoigne de ce contrôle du métal produit[3] (Cauuet *et al*. 2018, 38-39). Cela pourrait refléter l'existence d'une gestion de l'exploitation à plus grande échelle. Le détail de cette organisation nous échappe cependant pour le moment.

En filigrane : éléments de portraits des communautés minières

Les caractéristiques des mines que nous venons d'évoquer, dans le contexte archéologique qui est le leur, dessinent en filigrane quelques traits des sociétés qui ont mis en pratique cette activité. Dans le massif de l'Arize, on se trouve face à des indices, avec la possibilité d'une exploitation de plusieurs mines à la fois avec plusieurs équipes, d'une recherche de productivité. Les mineurs auraient eu pour objectif de tirer parti au maximum des ressources minérales disponibles. Cela sous-entendrait l'existence d'une demande en métal qui aurait dépassé le cadre local. Le débouché de la production aurait alors été assuré par l'insertion du district minier dans des réseaux d'échanges, réseaux dont les deux amphores gréco-italiques et ibériques anciennes d'Hautech seraient issues. Sans pouvoir être catégorique sur cette possibilité, les données des sites contemporains montrent que le contexte régional était favorable à ce genre d'exploitation intensive.

Ainsi, la mine des Barrencs, où du cuivre argentifère a également été exploité, constitue un chantier dont le volume

3 Aucun parallèle n'est connu pour ce type de poids à l'âge du Fer en Gaule. Les exemples les plus proches proviennent de sites du Portugal ou du sud-ouest de l'Espagne et sont datés de l'âge du Bronze. Ils sont associés à l'étalon phénicien du shekel d'Ougarit. Le poids du Limousin correspondrait à 1/5 de ce shekel, sa plus petite division, utilisée pour les métaux précieux (Cauuet *et al*. 2018, 39).

est cohérent avec une production visant une échelle au moins régionale. Cela montre que la demande existe dans l'aire géographique à laquelle appartient le district de l'Arize. D'autre part, une augmentation de la production a pu être perçue dans les mines du Limousin à partir du IIIe siècle av. n. è. C'est en effet à partir de cette période que les chantiers miniers atteignent des profondeurs impliquant le passage en souterrain. Il s'agit alors de production d'or, qui ne répond pas à la même demande que le cuivre argentifère, mais s'inscrit dans un mouvement de fond de développement des activités économiques, que l'on observe également en dehors du domaine minier, au IIIe siècle av. n. è. (Buchsenschutz *et al*. 2012, 310 et 323 ; Mennessier-Jouannet 2013, 371 ; Fichtl & Guichard 2016). La création des agglomérations ouvertes évoquées plus haut, où la part de l'artisanat permettait une production excédentaire, en est l'un des exemples les plus clairs (Marion 2013, 366). On peut ajouter à cela la recherche d'une plus grande efficacité attestée dans d'autres domaines comme l'agriculture avec l'introduction du soc et de la faux, la production de sel avec de nouveaux types de fours ou encore dans la production sidérurgique de Gaule interne avec les premiers fourneaux à scorie piégée réutilisables[4] qui permettent une intensification de la production (Marion 2013, 364).

En dehors de ces éléments économiques, on connaît peu de choses du fonctionnement des sociétés gauloises des IVe et IIIe siècles av. n. è. Dans le nord et l'est de la Gaule, le IIIe siècle se présente pourtant comme la période de mise en place des sanctuaires qui deviendront des éléments structurants des territoires et des sociétés jusqu'à la fin de l'indépendance gauloise (Fichtl 2007, 283 ; Buchsenschutz *et al*. 2012, 309). Les structures politiques sont mieux connues pour les siècles suivants, notamment grâce à certaines sources classiques. Une synthèse récente de S. Fichtl sur les peuples gaulois fait le point sur les apports de l'archéologie confrontés aux sources classiques et en particulier aux écrits de César. Il y décrit une société bien organisée, dotée de structures politiques pouvant être complexes dont la genèse remonte au moins au IIIe siècle, sinon au IVe siècle av. n. è. (Fichtl 2012, 152-158 et 167-168). La zone prise en compte exclut malheureusement tout le sud de la Gaule. La région méditerranéenne correspondant à la future Transalpine "présente en effet une organisation et une évolution différentes" de celles des zones internes. L'Aquitaine, "plus complexe" est également laissée à part tout au long de l'ouvrage (Fichtl 2012, 65 et 165-166).

Des processus de structuration des sociétés peuvent toutefois être mis en évidence également dans le Sud-Ouest dès les IVe ou IIIe siècles av. n. è. Nous avons vu que les territoires s'organisent autour d'*oppida*, qui jouent le rôle de centres de pouvoir et peuvent impliquer une certaine hiérarchisation. Ce phénomène est d'autant mieux défini que l'on se rapproche de la Méditerranée et que l'on avance dans le temps. L'affirmation de pouvoirs territoriaux est confirmée par les émissions de monnaies gauloises, qui démarrent dans le dernier tiers du IIIe siècle av. n. è. (Callegarin *et al*. 2013, 188-190). Ces émissions, bien qu'irrégulières au départ, indiquent rapidement la capacité des entités émettrices à obtenir le métal nécessaire d'une part et à garantir leur insertion dans un système de valeurs plus large d'autre part.

Dans un autre domaine, les fortifications dont sont munis les *oppida* connus dans le Sud-Ouest sont autant d'exemples d'investissements dans des activités non productives. Elles sont en cela révélatrices de la capacité des autorités locales à susciter des opérations collectives d'envergure et à afficher leur puissance (Brun 2007, 381). Leur érection ou réfection a pu être datée dans certains cas des IVe ou IIIe siècles av. n. è. Pour le Languedoc occidental, mieux connu, le site de Pech Maho, dont le système de fortifications est complètement repensé dans le dernier quart du IVe siècle av. n. è., en est un bon exemple (Gailledrat & Beylier 2009, 119). Les auteurs de l'étude soulignent la main-d'œuvre conséquente qui a dû être mobilisée pour réaliser ces modifications. Cet aspect est également cité à propos de la fonction des remparts de sites de hauteur de la vallée de l'Hérault, comme celui de La Ramasse évoqué plus haut (Garcia 1993, 127). Dans le Toulousain ou l'Aquitaine, les chronologies d'édification des remparts des sites de hauteurs sont très mal caractérisées en l'absence de fouilles, mais plusieurs d'entre elles sont attribuées au second âge du Fer (Gardes 2009, 55-56). Cela autorise à penser que dans ces secteurs moins bien connus, les communautés disposaient tout de même de moyens de mobiliser une main-d'œuvre importante pour des travaux collectifs d'envergure et très coûteux. Dans le cas de la construction de remparts, cette mobilisation était exceptionnelle. Elle constitue tout de même un exemple d'activité qui sort du cadre de la production vivrière. Cet aspect est à prendre en compte car l'exploitation minière est également une activité non vivrière. Or, la création de sites à enclos observée à l'échelle de la Gaule au IIIe siècle av. n. è. est mise en relation avec un accroissement de la population et une meilleure productivité de l'agriculture et de l'élevage (Colin & Verdin 2013, 240), qui permettrait de dégager des surplus (Brun 2007, 381). Mais les activités agro-pastorales occupent toujours la majeure partie des populations (Perrin 2006, 160).

4 On notera que les bas fourneaux de Larla, à scories écoulées, correspondent à une technique plus évoluée que les bas fourneaux à scories piégées réutilisables et permettent déjà cette meilleure rentabilité.

Le développement d'artisanats qui sortent de la sphère domestique, entre les mains de personnes exemptées des travaux agricoles, commence à être perçu grâce aux dernières avancées de la recherche pour ces périodes hautes. Ce type de spécialisation a été proposé pour la production potière dans le sud-ouest de la Gaule (Gardes *et al*. 2020, 249-250). Les agglomérations à vocation artisanale impliquées dans des réseaux d'échange, avec la forte proportion de productions manufacturées, supposent la possibilité de s'approvisionner en biens vivriers dans les campagnes proches (Marion 2013, 366). Cela rejoint ce qui a été observé par exemple en Île de France, à partir de la fin du IVe siècle av. n. è., où les personnes qui ne produisent pas de denrées alimentaires (artisans, soldats, clergé) sont progressivement plus nombreuses (Marion 2007, 111-112). La gestion des relations entre ces différents groupes fait partie intégrante de l'organisation des sociétés, et le clergé aurait alors joué un rôle dans la légitimation du pouvoir politique (Brun 2007, 382). On ajoutera la proposition de prendre en compte le rôle moteur probable du milieu aristocratique dans la création des agglomérations ouvertes artisanales, qui peut aller dans le sens d'une structuration renforcée des sociétés de cette période (Barral & Lallemand 2014, 225).

Or, la mise en œuvre d'une exploitation minière, lorsqu'elle atteint une certaine intensité, implique le soutien d'une organisation solide pour pouvoir se développer. La mine demande en effet la mise à disposition d'une équipe de mineurs pour l'extraction, mais le travail ne s'arrête pas là. Le tri et le concassage du minerai occupent également de la main-d'œuvre, ainsi que la métallurgie primaire. Le charbon nécessaire à cette opération doit également être préparé à l'avance. Les opérations d'archéologie expérimentale de pratique du charbonnage ont montré qu'il s'agissait d'un processus long, demandant un savoir-faire et une maîtrise poussés (Dubois 1998, 98-102 ; Dubois 1999c ; Fabre 2016b, 429). L'approvisionnement en bois pour la production de charbon, et pour la mine lorsque le feu est utilisé, demande aussi une gestion de l'abattage des arbres. Nous avons évoqué pour le travail à l'outil la nécessité d'assurer un approvisionnement en fer. Tout cela peut conduire à une spécialisation d'une partie de la population dans l'une ou l'autre des opérations liées à la mine. Dans le cas de communautés qui ont fait le choix de s'investir dans une exploitation minière intensive, la spécialisation d'une partie de la population dans cette activité non vivrière a pu accélérer leur passage vers une organisation sociale plus structurée. De même, l'insertion nécessaire dans des réseaux d'échanges de portée au moins régionale, pour écouler la production métallique et en obtenir des bénéfices, place les acteurs de ces échanges dans une position de force par rapport au reste de leur communauté et contribue à asseoir une hiérarchie au sein des groupes concernés.

La mise en évidence de zones de production minière intensive entre les IVe et IIIe siècles av. n. è. dans le sud-ouest de la Gaule permet de préciser la vision que l'on a de ces sociétés, peu connues par les autres domaines de l'archéologie. Il apparaît ainsi que la structuration politique croissante mise en évidence en Gaule interne ou sur le pourtour méditerranéen pour cette période se retrouve dans le Sud-Ouest, qui est intégré au même mouvement de fond de développement économique et de mutation sociale. Les districts miniers du sud de la Montagne noire et de l'Arize pour l'exploitation de cuivre argentifère en sont les deux exemples les plus clairs. Il est également possible que les mines de plomb argentifère des Pyrénées centrales, au nord du massif du Montaigu, correspondent à la même dynamique. La possibilité est également ouverte pour la production sidérurgique du Pays basque. Dans les autres secteurs miniers du Sud-Ouest, les données concernant cette période sont trop limitées pour se prononcer.

À l'instar de S. Fichtl qui proposait de voir dans le IIIe siècle av. n. è. le contexte ayant favorisé la genèse des entités politiques gauloises, on peut se demander quel a été le rôle de l'exploitation minière dans ce processus. En mettant à disposition de certains groupes des ressources métalliques à forte valeur ajoutée et en stimulant la structuration politique des communautés engagées dans cette exploitation, les mines peuvent apparaître comme un catalyseur des processus de mutations sociales (Stöllner 2012, 444-445). Les résultats de ces mutations aux causes multiples seront bien visibles à partir du IIe siècle av. n. è., notamment avec l'identification de peuples contrôlant des territoires étendus. Leurs noms nous sont parvenus par le biais des auteurs classiques, notamment César (*B.G.*, au fil du texte) et Strabon (*Géographie*, IV.1.13), qui reprend Posidonios. On pense notamment aux Volques Tectosages qui contrôlaient un territoire vaste dont les limites exactes ne sont pas connues, mais qui s'étendait entre les contreforts sud du Massif central, les Corbières et les Pyrénées, sans qu'ils semblent avoir eu une prise directe sur les territoires montagnards en eux-mêmes (Domergue *et al*. 2002, 82 ; Thollard 2009, 155 ; Moret 2015a). Les ressources minières exploitées entre les IVe et IIIe siècles av. n. è. dans le massif de l'Arize, peut-être également celles des Barrencs ou même le gisement de l'Argentière dans la haute vallée du Garbet ont pu contribuer à enrichir les Tectosages et à affirmer leur puissance dans la région. Hors du Sud-Ouest, on sait que les Lémovices occupent le territoire où se trouvent les nombreuses mines d'or du Limousin, exploitées également à cette période. Nul doute que l'exploitation des ressources minières locales a aussi eu son importance dans l'histoire de ce peuple.

Chapitre 2.
Les IIe et Ier siècles av. n. è. : la multiplication des données

À partir du IIe siècle av. n. è., la nette augmentation des données permet de mieux distinguer les différents espaces composant notre zone d'étude. Les monnayages, évoqués plus haut, se développent. Les sites connus sont mieux répartis sur l'ensemble du territoire et les données plus précises. C'est aussi la période à partir de laquelle les sources écrites antiques évoquent la Gaule et ses peuples, posant d'ailleurs plus de questions qu'elles n'apportent de réponses. Mais surtout, la matérialisation des processus amorcés au cours des deux siècles précédents va devenir bien visible. La structuration des sociétés gauloises apparaît plus nettement et le développement économique est perceptible à travers l'ensemble de la région. Cela n'est pas propre au Sud-Ouest mais se retrouve à l'échelle de la Gaule, montrant en cela qu'il s'agit bien de phénomènes dont la cause première n'est pas à rechercher dans une influence romaine, ni même méditerranéenne. Les activités qui sortent du cadre de la production domestique deviennent également plus nombreuses et des vestiges d'exploitations minières de cette période se retrouvent dans tous les secteurs miniers du Sud-Ouest.

Ces deux siècles ne forment toutefois pas un ensemble uniforme, principalement du fait des différentes étapes de la prise de pouvoir de Rome sur les territoires qui nous concernent. Cela commence avec la fin de la deuxième guerre punique, en -202, qui affermit le contrôle romain notamment sur les territoires du nord-est ibérique, avec lesquels le Languedoc occidental entretenait des relations privilégiées depuis plusieurs siècles. Le règne d'Auguste, qui clôture cette période, parachève le processus avec l'application de réformes administratives qui imposent pour plusieurs siècles la marque de Rome sur ce qui est devenu un empire. La chronologie à l'intérieur de cet intervalle aura donc une importance particulière.

L'avancée progressive de Rome

Le saut quantitatif dans les échanges avec la Méditerranée

La pluralité des contextes socio-culturels et économiques dans le Sud-Ouest se maintient jusqu'à la conquête romaine, même si des réorganisations commencent à avoir lieu à partir de la fin du IIe siècle av. n. è., imposées par Rome. Car la particularité de cette phase charnière est bien la mise en place de la domination romaine (Py 2012, 200), qui se fait progressivement, dans le sillon du mouvement amorcé en péninsule Ibérique, à la suite des guerres puniques. Le développement du commerce, avec la Méditerranée et l'Italie en particulier, en est l'élément le plus visible (Gruat & Marty 2000, 46 ; Gardes 2001, 125-126 ; Domergue *et al.* 2002, 81 ; Gardes & Colléoni 2007, 202-203 ; Christol 2010, 37-39). Encore modéré dans la première moitié du IIe siècle av. n. è., il se développe de façon exponentielle à partir de la seconde moitié de ce siècle et tout au long du suivant. La création de la province de Transalpine n'est pas étrangère à cette évolution. Le vin italique, dont la diffusion est révélée par les nombreuses amphores qui jalonnent les voies de communication, va s'imposer assez rapidement face aux productions de Marseille ou de l'aire ibérique (Bats 1986, 394 ; Benquet 2007, 444-446). La céramique campanienne à vernis noir est une autre composante forte de ce commerce, à partir de la seconde moitié du IIe siècle av. n. è. (Rancoule 1985 ; Roman & Roman 1997, 581-583 ; Olmer *et al.* 2013, 218). Le port de Narbonne devient la porte d'entrée de ces marchandises (Gayraud 1981, 189-191 ; Sanchez 2009b, 323-350).

La présence de mobilier d'origine méditerranéenne ne doit pas occulter les dynamiques locales très actives dans ces échanges. À ce titre, les variations entre les différents

espaces du Sud-Ouest sont révélatrices, tout comme les évolutions au fil de ces deux siècles. Nous avons vu pour la période précédente que le littoral méditerranéen était un cas particulier de par sa proximité avec les sphères d'influences étrusque (jusqu'à la fin du Ve siècle), massaliète, ibérique, punique et amporitaine. Les contacts se sont maintenus tout au long des IVe et IIIe siècles av. n. è. dans ce secteur, alors qu'ils avaient nettement diminué ailleurs (Bats 1986, 404). C'est aussi sur cette frange littorale que l'on ressent le plus tôt une influence romaine. En effet, à la suite de la création de la province d'Hispanie Citérieure après la deuxième guerre punique, les relations actives de longue date entre le nord-est ibérique et le Languedoc ont favorisé une diffusion des productions italiennes de l'autre côté des Pyrénées, depuis la Catalogne (Benquet 2007, 445-447). Mais les Romains ont surtout pu profiter d'un réseau commercial déjà bien en place et dynamique dans toute cette région (Sanchez 2009b, 22 ; Py 2012, 275-276). Ainsi, la distribution des premières amphores gréco-italiques (puis Dressel 1) dans la sphère d'influence massaliète (soit la bande côtière méditerranéenne) recouvre la zone de diffusion des productions de *Massalia*, prenant progressivement le dessus jusqu'à devenir presque exclusive à la fin du IIe siècle (Bats 1986, 394). Le réseau des sites côtiers indigènes impliqués dans les échanges depuis la période précédente est toujours actif, à l'exception de Pech Maho, détruit peu avant -200. La fondation de la colonie de Narbonne en -118 permet aux Romains de confirmer leur contrôle sur un carrefour commercial bien structuré et efficace de longue date (Gayraud 1981, 140 ; Sanchez 2009b, 261-263).

En dehors de la frange côtière, la répartition des amphores vinaires suit principalement l'axe Aude-Garonne. Cette voie, dont l'importance commençait à se faire sentir lors de la phase précédente, va jouer un rôle primordial dans la structuration des échanges. Elle fera bientôt office de colonne vertébrale de la diffusion des marchandises importées qui irradient ensuite le long d'axes de pénétration qui suivent les affluents des deux fleuves. Les nombreux établissements fondés au cours du IIe siècle qui jalonnent l'itinéraire en sont la manifestation la plus évidente (Passelac 2002). On assiste ainsi à l'apparition d'habitats groupés de grande taille, tournés vers des activités de production et d'échange. Les sites de La Lagaste (Aude), Vieille-Toulouse (Haute-Garonne) ou encore Lacoste (Gironde) en sont des exemples (Rancoule & Schwaller 1994, 228-229). Pour autant, tout n'est pas uniforme le long de l'isthme gaulois. De fait, dès que l'on s'éloigne des axes principaux et des grands sites qui centralisent les échanges, la pénétration du mobilier méditerranéen est bien moindre, et il faudra attendre l'extrême fin du IIe ou le début du Ier siècle av. n. è. pour que les secteurs un peu à l'écart soient approvisionnés en produits méditerranéens. La diffusion de la vaisselle métallique italienne en est un bon exemple (Olmer *et al*. 2013, 683).

Une double dynamique indigène et italienne

Deux sites occupent une place centrale dans ces réseaux d'échanges renouvelés. Près de la Méditerranée, l'*oppidum* de Montlaurès (Narbonne, Aude) prend une importance particulière en tête de la future voie d'Aquitaine. Ce site, dont la fondation remonte au VIe siècle av. n. è., a été abandonné autour de -300 et connaît une réoccupation dans la seconde moitié du IIe siècle, sans doute à partir de -130. L'abandon définitif du site a lieu au milieu du Ier siècle av. n. è. (de Chazelles & Ugolini 2015, 69-70). Cette dernière phase d'occupation du site coïncide avec la fondation de la ville de Narbonne, première colonie romaine de civils hors d'Italie, en -118. Elle s'inscrit dans la poursuite du programme social des Gracques de redistribution de terres aux citoyens pauvres (Gayraud 1981, 138-140 et 159 ; Sanchez 2009b, 22). L'abandon de l'*oppidum* de Montlaurès coïncide avec la deuxième déduction coloniale de Narbonne, en -46/-45, concernant cette fois-ci des vétérans (Sanchez 2009b, 23 ; de Chazelles & Ugolini 2015, 576).

À l'intérieur des terres, l'*oppidum* de Vieille-Toulouse (occupé aux IIe et Ier siècles av. n. è.) et le site de plaine de Toulouse Saint-Roch (IIe siècle av. n. è.) font office d'exception dans la mesure où les importations y sont plus précoces et plus nombreuses qu'ailleurs, ce qui les rend comparables aux sites du littoral dès le IIe siècle (Benquet 2007, 446 ; Gorgues 2014, 305-306 ; Moret 2015b ; Verrier 2017, 149). Plus à l'ouest, les mobiliers méditerranéens importés sont encore très rares. Le lien particulier entre Vieille-Toulouse/Toulouse St-Roch et l'orbite romaine est aussi perceptible dans les monnaies en circulation entre la fin du IIe siècle et la première moitié du Ier siècle av. n. è. D'une part, on relève la variété des provenances identifiées, couvrant tout l'Occident méditerranéen. D'autre part, on souligne la domination parmi les monnaies exogènes de celles de type romain. Ces monnaies ne sont pas arrivées de proche en proche car elles sont absentes sur les sites intermédiaires depuis la mer alors qu'elles se retrouvent à Narbonne. Cela montrerait une connexion directe avec Rome à travers la présence de négociants italiens, pouvant se trouver sur place dès le IIe siècle (Hiriart 2015, 297). La colonie de Narbonne apparaît comme le relais principal de cette relation privilégiée, avec des circuits spécifiquement italiens, ce que l'absence de numéraire régional semble confirmer (Gayraud 1981, 199 ; Hiriart 2015, 303). Mais l'élément le plus caractéristique de ce lien privilégié entre Rome et Toulouse est l'existence d'une

alliance entre ces deux cités, rompue lors du soulèvement de la ville en -107/-106. Cette alliance remonterait probablement à la création de la province de Transalpine, en -118 (Moret 2008, 300). Cela témoigne de la puissance régionale des Tectosages, capables d'apporter des garanties à Rome, qui tient à maintenir la sécurité de la voie terrestre entre les péninsules Italique et Ibérique (Roman 1991, 37-38). La présence de vétérans des armées romaines à Toulouse aussi bien qu'à Narbonne, rappelés personnellement par Crassus puis par César en -56 et -52, confirme les liens étroits de ces deux villes entre elles et avec Rome (Gayraud 1981, 170-171).

Les deux sites toulousains permettent aussi de prendre la mesure de la vivacité des relations forgées lors des phases précédentes, indépendamment de toute intervention romaine. En effet, les produits d'origine italique et les monnaies romaines ne représentent que l'un des faciès que l'on peut observer sur place. En ce qui concerne les relations à moyenne ou longue distance, il faut souligner les liens forts entretenus avec l'Ibérie. La présence de céramiques de la zone de Gérone, attestée à Vieille-Toulouse, est un premier élément indiquant des relations directes entre ces deux zones, par les cols pyrénéens, car elles sont absentes du littoral méditerranéen. Des marques en écriture ibère sur des amphores gréco-italiques datées autour de -150 ont été identifiées elles aussi dans le Toulousain et semblent indiquer que des Ibères se trouvaient sur place. Cette présence ne correspond pas forcément à un comptoir commercial tels qu'on les connaît sur la côte, mais reflète des liens politiques ou personnels suprarégionaux bien établis de part et d'autre des Pyrénées (Gorgues 2014, 309-311). Les fouilles récentes de la ZAC, Niel dans le quartier Saint-Roch, ont apporté des éléments complémentaires sur cette présence ibérique avec des inscriptions (partielles) sur amphores et céramiques. Des inscriptions en caractères grecs ainsi que de la vaisselle de cuisine d'origine massaliète reflèteraient également une installation sur place de négociants Grecs, au moins entre 125 et 100 av. n. è. (Moret *et al*. 2015, 413). Des affinités avec le domaine de la Gaule centrale sont aussi identifiées par la circulation de monnaies provenant de ces régions et du Massif central (Hiriart 2015, 300) ainsi que de céramiques fines tournées, polies ou engobées, qui correspondent à des types celtiques dont les origines sont plus septentrionales (Gorgues 2007, 429-430). Ces relations à relativement longue distance sont un des aspects caractéristiques des sites de Vieille-Toulouse comme de St-Roch, l'autre étant un fort ancrage local et régional, perceptible par les mobiliers céramiques, mais aussi à travers les émissions monétaires. Les monnaies à la croix, caractéristiques du couloir Aude-Garonne, sont en effet dominantes sur ce site (Hiriart 2015, 297 et 304). Le lien apparaît dans ce cas plus fortement avec l'*oppidum* de Montlaurès, dépourvu de monnaies romaines, et correspond à un circuit parallèle à celui provenant de Narbonne, aux mains des populations locales, que l'on peut suivre à travers le réseau d'agglomérations apparues à cette période. La cohabitation de séries monétaires de diffusion locale avec d'autres types diffusés plus largement montre les différentes échelles des échanges auxquels le site prend part.

Si l'on s'éloigne un peu des axes de circulation majeurs et de la côte méditerranéenne, les dynamiques locales restent à l'œuvre au moins jusqu'à la conquête césarienne et sans doute jusqu'aux réformes augustéennes. Les monnayages émis par des autorités gauloises en sont un exemple. Leur multiplication à la fin du IIe siècle av. n. è., avec des centres émetteurs multiples et des diffusions à des échelles variées (régionale, locale), témoigne de la fragmentation du territoire à l'intérieur des grands ensembles que sont la frange languedocienne, le couloir Aude-Garonne et l'Aquitaine (Callegarin 2007, 213-215 ; Callegarin *et al*. 2013, 193-194). Cette fragmentation ne doit pas être interprétée comme une fermeture des différents territoires, car le respect d'une métrologie cohérente à large échelle montre au contraire une intégration effective dans les divers circuits d'échanges en place à cette période. L'apparition d'amphores vinaires et de céramique fine italique (mais aussi catalane ou ibérique peinte) sur les sites de plus en plus reculés entre les IIe et Ier siècles av. n. è. témoigne de l'ouverture des différentes sous-régions (Gruat & Marty 2000, 46 ; Gardes & Colléoni 2007, 204-205 ; Gruat & Izac-Imbert 2011, 145-146). Les nombreuses émissions de monnaies à diffusion réduite montrent une appropriation de ce nouveau moyen d'expression par des pouvoirs locaux, qui affirment ainsi leur identité. Par exemple, les monnaies à la croix du groupe négroïde qui alimentent l'axe Aude-Garonne peuvent être divisées en plusieurs sous-types qui ont dû être émis dans des centres distincts (Feugère & Py 2011, 251). La conquête césarienne ne met pas fin immédiatement à ce processus, mais l'influence romaine est perceptible : les émissions en bronze se développent, les types sont moins variés. Les légendes de certaines monnaies comportent des noms de chefs gaulois en caractères latins (*Adietuanus* au sud de la Garonne, *Contoutos* et *Anniccoios* entre la Gironde et les Charentes). Ces émissions, en petit nombre, devaient toutefois certainement être contrôlées d'une manière ou d'une autre par la nouvelle administration. Leur aire de répartition est limitée, mais certaines se retrouvent encore dans quelques contextes du début du Ier siècle de n. è. (Callegarin *et al*. 2013, 207-212).

Structure du territoire et entités politiques

La fondation de nouveaux sites d'habitat à cette période va restructurer le territoire, avec un maillage plus dense, qui peut être observé sur l'ensemble de la région (Mauné 2000, 241-242 ; Gardes 2002, 56-57 ; Py 2012, 201). Ces nouveaux habitats semblent aller de pair avec une hiérarchisation du territoire dont les *oppida*, souvent occupés depuis la phase précédente près de la Méditerranée, occupent la place centrale. Cette évolution vers une structure plus hiérarchisée a été mise en évidence pour l'ensemble de la Gaule et le Sud-Ouest poursuit en cela un mouvement amorcé aux IVe et IIIe siècles et mieux perçu en Gaule intérieure (Gruat & Izac-Imbert 2002, 80 ; Fichtl 2007 ; Marion 2007, 111-112 ; Colin & Verdin 2013, 241-243). Cela accompagne le développement d'une frange de la population qui ne produit pas ses propres ressources alimentaires (Rancoule & Schwaller 1994, 228). Nous avons vu que ce phénomène avait démarré au moins au IIIe siècle, mais il s'accentue au cours des IIe et Ier siècles av. n. è. Des indices d'artisanat spécialisé sont identifiés plus fréquemment, notamment sur les sites ouverts de plaine, proches des voies de circulation.

La nouvelle structuration du territoire avec des centres qui contrôlent des zones plus étendues semble correspondre avec les quelques données fournies par les sources classiques sur le fonctionnement politique des Gaulois. Les *civitas* dont parle César à de nombreuses reprises dans ses *Commentaires de la Guerre des Gaules* pourraient donc bien correspondre à ce système centré sur des *oppida* qui font office de chef-lieu (Brun 2007, 381-382 ; Garcia 2011, 117-118 ; Fichtl 2012). On peut comparer ces *civitas* à des états archaïques, dans lesquels la complexification sociale s'est développée. Ces grandes entités sont plutôt caractéristiques de la Gaule interne (Fichtl 2006). Nous avons vu que la côte méditerranéenne, sous influence grecque et ibéro-languedocienne, constituait un cas à part. L'Aquitaine, identifiée comme une zone singulière, n'est pas pour autant uniforme et on n'y décèle pas de pouvoir central. Les Pyrénées sont assez mal connues de ce point de vue et auraient été occupées par plusieurs petits peuples dont on ne connaît pas toujours le nom (Rico 1997, 44 ; Christol 2009, 32). Des tentatives de restitution des petites entités politiques préexistantes dans ces zones de marge ont été faites sur la base des textes de César, de Strabon et de Pline (Rico 1997, 81-122 ; Barruol 2000 ; Gardes 2002). Seul le premier est contemporain de cette période, ceux de Strabon et Pline étant écrits respectivement au début du Ier siècle de n. è. et dans le troisième quart de ce même siècle. Ils font toutefois état de situations antérieures, par l'utilisation de documents plus anciens aujourd'hui disparus, comme les *Histoires* de Posidonios (Rico 1997, 40 ; Moret 2001, 17-18). La carte de la figure 173 synthétise les restitutions de localisations de ces peuples. Au-delà de l'imprécision de ces données, le morcellement ethnique aussi bien des Pyrénées que de l'Aquitaine est flagrant.

Pour la zone intermédiaire entre Aquitaine et Languedoc, territoire attribué aux Volques Tectosages (**fig. 173**), on ne sait pas vraiment quelle est la nature de son administration. Les textes ne le précisent pas et on ne dispose pas d'épigraphie comme cela peut être le cas chez les Volques Arécomiques voisins (Moret 2015a, 40). La possibilité qui est actuellement retenue est celle d'une confédération ethnique (Milcent 2015, 34). Ses relations avec les autres entités politiques régionales ne sont pas connues. L'impact de la prise en main romaine sur ce secteur à partir de la fin du IIe siècle av. n. è. va cependant modifier les choses progressivement. Les fondations de Narbonne (-118) puis de *Lugdunum Convenarum* (-72 ; Saint-Bertrand-de-Comminges) constituent des jalons dans ce processus. Les secteurs situés à l'ouest de la Garonne seraient restés préservés de l'action romaine jusqu'à la conquête de la Gaule par César. Leur intégration dans l'orbite romaine s'accompagne du rattachement de *Lugdunum Convenarum* à la nouvelle province d'Aquitaine. La date de ce transfert n'est pas assurée, entre l'organisation césarienne ou les réformes augustéennes (Rico 1997, 184-185 ; Sablayrolles & Beyrie 2006, 63). Nous allons voir dans quelle mesure l'exploitation minière peut contribuer à préciser les rythmes et modalités de la prise de pouvoir de Rome sur ces territoires provinciaux.

Une activité minière à réévaluer

La place prépondérante donnée aux travaux miniers de cette période est due à plusieurs facteurs. D'un côté, comme cela a pu être le cas dans le district à cuivre argentifère de l'Arize, les tessons d'amphores sont surreprésentés parmi le mobilier archéologique identifié en prospection. D'autre part, les traditions historiographiques font que les mines antiques ont été bien plus étudiées que celles d'autres périodes. En particulier pour le sud-ouest de la Gaule, l'implication des chercheurs de l'Université de Toulouse, fortement marqués par une tradition de recherche sur l'Antiquité romaine, a conduit à privilégier les contextes relevant de cette période au détriment des autres. Mais l'activité dans les mines au IIe ou Ier siècle av. n. è. n'est pas qu'une illusion provoquée par des tessons d'amphores trop bien conservés. Les recherches récentes ont aussi montré que des phases d'activité se sont bien déroulées à cette période. Des datations dans les mines des Atiels et de La Coustalade, par exemple, correspondent à une activité entre les IIe ou Ier siècles av. n. è. Les intervalles

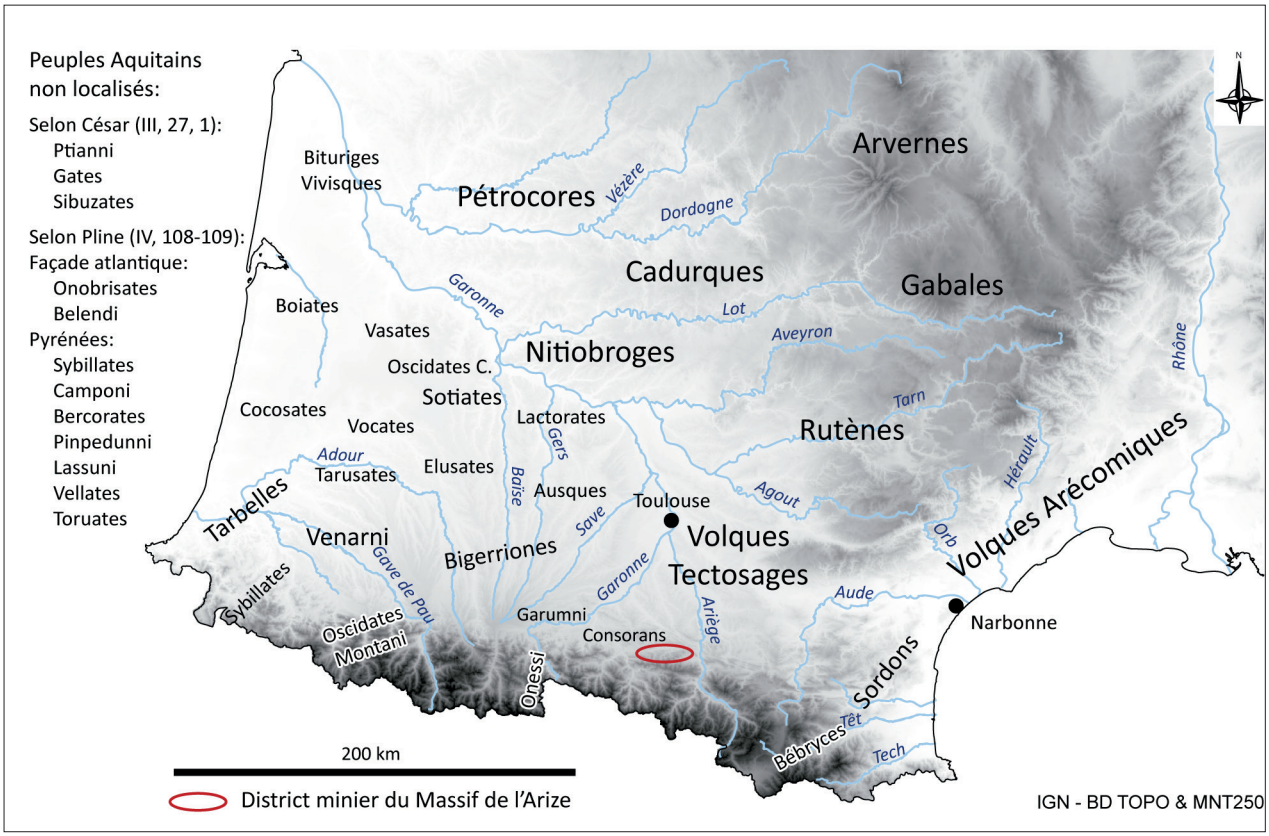


Fig. 173. Restitution des localisations des peuples préromains du Sud-Ouest (d'après Rico 1997, Barruol 2000 et Gardes 2002). *E. Meunier 2018*

calibrés des dates radiocarbone sont alors bien moins précis que la typo-chronologie du mobilier que l'on peut trouver sur ces sites. Ce dernier permet alors de resserrer les datations.

Les districts dans lesquels se trouvent des mines des IIe ou Ier siècles av. n. è. sont nombreux et les chantiers sont dans l'ensemble mieux caractérisés que pour les deux siècles précédents. On notera en particulier la mise en évidence de districts sidérurgiques étendus, comme dans le Canigou, la Montagne noire, ou encore sur le plateau de Lacamp, dans les Corbières. Cependant, les mines étudiées en détail sont toujours peu nombreuses. Les gisements ayant alimenté les grands districts sidérurgiques sont les moins bien connus, suite à des reprises minières, à des mises en sécurité récentes, ou à la difficulté à repérer les vestiges correspondants. Pour les non-ferreux, la qualité des données présente aussi de nombreuses limites. Certaines mines anciennes sont très mal conservées, comme celle de l'Argentière d'Aulus. D'autres sont inaccessibles, comme celles de Séras. Ce problème se retrouve dans plusieurs mines du district de l'Arize, comblées et connues uniquement par du mobilier ramassé en surface (La Calotte, Le Coffre, Gayet, Douach, …) ou très fortement altérées par les reprises postérieures (La Tuilerie, Les Atiels). Le cas est assez similaire pour les travaux anciens des Abères et de l'Argenterie, à Rivèrenert, préservés sur des tronçons très réduits. Certaines mines de la période n'ont pas fait l'objet d'une réelle étude d'archéologie minière, comme par exemple celles de l'est des Pyrénées (La Collade de Bernadell, …).

Les données sur les techniques minières sont plus précises sur les sites basques de Monhoa et Mehatze, à Palouma dans les Pyrénées centrales, aux Barrencs en Montagne noire ainsi que dans les Corbières. Des données sont ponctuellement disponibles pour les sites à cuivre de l'Arize et pour les mines de Rivèrenert. Au-delà des techniques minières employées, l'organisation de l'exploitation et, parfois, l'occupation du territoire en relation avec les mines peuvent être abordées. Ces éléments permettent d'étudier les contextes socio-économiques de ces exploitations, même si les questions ouvertes sont plus nombreuses que les réponses apportées. Des exemples de mines ou de districts miniers bien caractérisés dans d'autres secteurs viendront nourrir la discussion, à commencer par les exploitations proches du sud du Massif central, autour de la haute vallée de l'Orb en particulier (**fig. 174**). Le Limousin est toujours actif et des points de comparaison sont aussi offerts par les mines ibériques notamment. Plusieurs districts contemporains sont en effet connus dans la péninsule, où le contexte de prise de pouvoir de Rome sur ces territoires est comparable avec ce qu'a connu le sud-ouest de la Gaule. Mais le premier thème à aborder reste celui de la chronologie, qui n'est pas sans poser problème pour cette période.

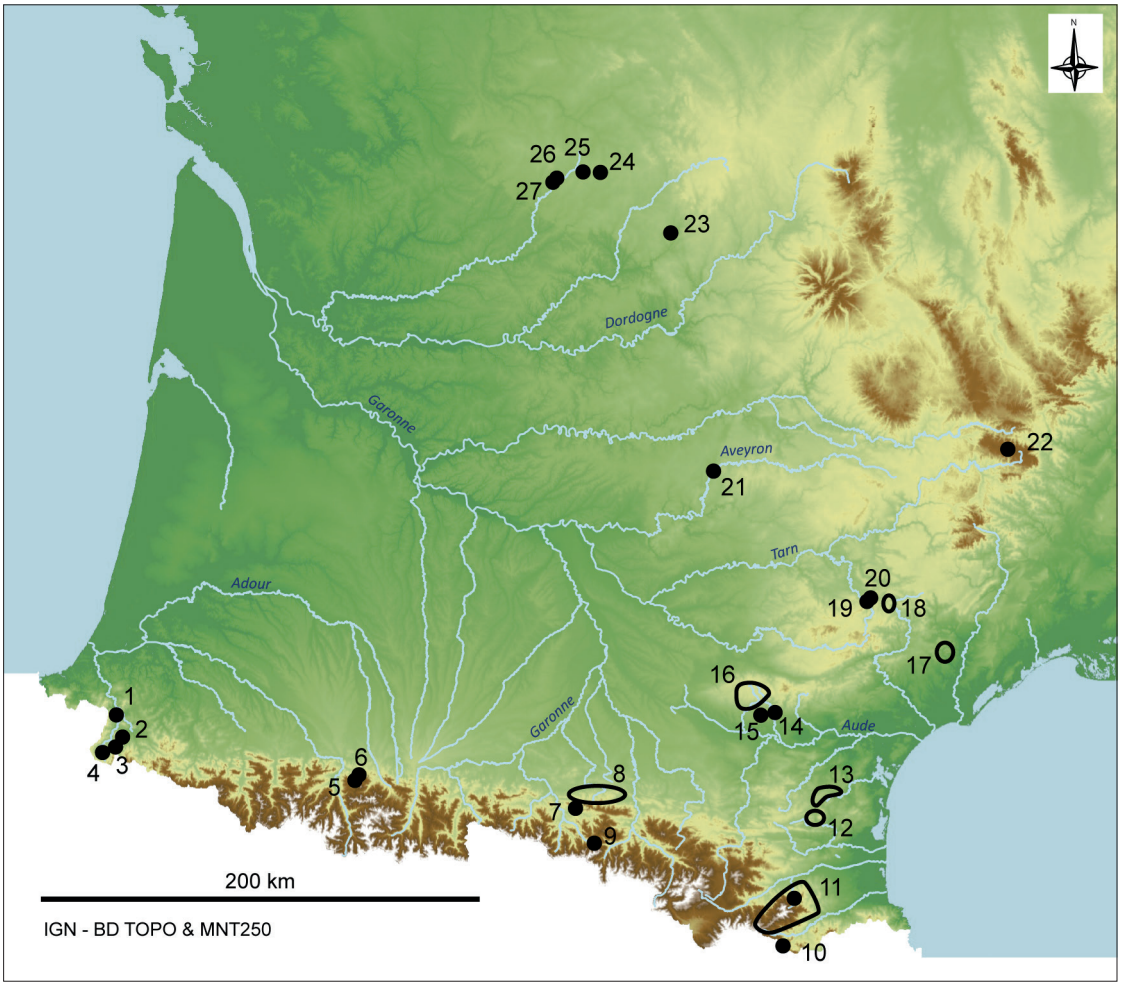


Fig. 174. Mines de la Gaule des IIe et Ier s. av. n. è. citées dans le texte. **1.** Larla ; **2.** Monhoa ; **3.** Mehatze ; **4.** Errola ; **5.** Palouma ; **6.** Hourcade ; **7.** Rivèrenert ; **8.** District de L'Arize ; **9.** L'Argentière ; **10.** La Collade de Bernadell ; **11.** District du Canigou et Baillestavy ; **12.** Sarrat de Germa ; **13.** Plateau de Lacamp ; **14.** Les Barrencs ; **15.** Villardonel ; **16.** District sidérurgique de la Montagne noire ; **17.** District de Cabrières ; **18.** District du Mont Faulat ; **19.** Bouco Payrol ; **20.** Labaume ; **21.** La Maladrerie ; **22.** Mont Lozère ; **23.** Le Puy des Angles ; **24.** La Fagassière ; **25.** Lauriéras ; **26.** Cros-Gallet sud ; **27.** Les Fouilloux. *E. Meunier 2018*

Chronologie et intensité de l'activité

Le fait que les mines attribuées aux deux derniers siècles avant notre ère soient datées à la fois par le radiocarbone et par du mobilier conduit à superposer des intervalles chronologiques d'ampleur diverses, ceux fournis par le mobilier étant souvent plus resserrés. D'un autre côté, nous avons vu que le mobilier devait être considéré avec prudence lorsqu'il s'agissait de dater des chantiers miniers. Sa position stratigraphique permet de valider ou non son association à la phase d'activité minière. Lorsque seules des prospections ont été réalisées, cette information n'est pas disponible. La figure 175 synthétise l'origine des données chronologiques dans les mines du Sud-Ouest pour cette période : radiocarbone, mobilier en stratigraphie ou mobilier hors stratigraphie. Les sites indiqués en gris correspondent à des ateliers de métallurgie primaire, complémentaires des chronologies attestées en mine. Les flèches au bout de certains axes indiquent les sites pour lesquels la chronologie s'étend avant ou après les IIe ou Ier siècles av. n. è. Lorsque deux types de datation sont disponibles, le site est représenté par deux axes.

Le premier élément à noter est la forte proportion des sites datés par du mobilier hors stratigraphie, c'est-à-dire récolté en prospection. Le deuxième élément concerne la chronologie de démarrage de l'exploitation, souvent mal cernée. La "fin du IIe siècle av. n. è." est un intervalle imprécis qui correspond à la datation haute attribuée dans la bibliographie aux sites du Sud-Ouest ayant livré des amphores Dr 1 (ou de la campanienne A). En l'absence d'autre mobilier, et surtout sans stratigraphie, la date pourrait être un peu plus tardive. Cette option a été retenue pour les ferriers* de la Montagne noire, sur lesquels des tessons de Dr 1 et un tesson de campanienne A ont été recueillis en prospection (Rico 2016, 271). Les auteurs de l'étude, sur la base de la

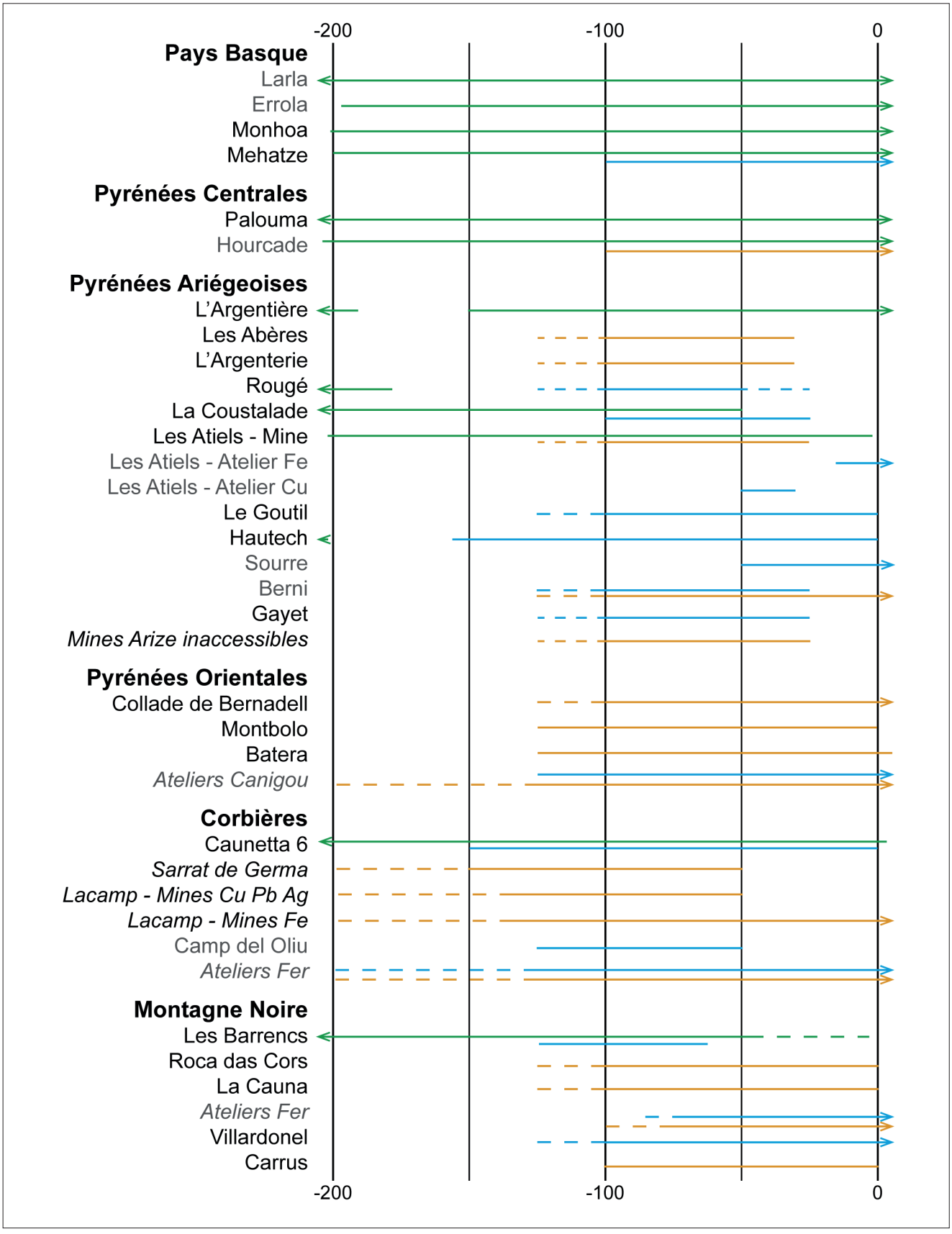


Fig. 175. Synthèse des datations pour les mines du Sud-Ouest attribuées aux IIe et Ier s. av. n. è. *E. Meunier 2018*

fouille réalisée aux Martys, attribuent ce type de mobilier à une phase d'exploitation systématique qui démarre entre -80 et -60.

Du mobilier du IIe siècle av. n. è. a été identifié plus clairement dans les Corbières. Des amphores gréco-italiques tardives ou de la céramique ibérique de type *sombrero de copa* peuvent faire remonter l'activité au milieu du IIe siècle av. n. è. Certains tessons peu caractéristiques peuvent aussi être attribués à la première moitié de ce siècle. Les mines des Corbières constituent, avec les ateliers de réduction du Canigou, ceux pour lesquels on pourrait adopter les chronologies les plus hautes sur la base du mobilier. Il s'agit cependant uniquement d'une marge d'incertitude plus grande, ce qui rend les données concernant les sites du IIe siècle av. n. è. assez fragiles. Parmi ceux-ci, on peut distinguer ceux pour lesquels on observe la poursuite sans discontinuité d'une activité démarrée plus tôt, comme à Larla, Palouma ou Les Barrencs. D'un autre côté, on trouve les sites dont l'activité démarre vraisemblablement au début du IIe siècle av. n. è., soit Errola, Monhoa, Mehatze et peut-être les Atiels. D'autres sites ont apparemment connu une interruption de l'activité entre la fin du IIIe siècle et la fin du IIe siècle av. n. è. C'est le cas de Rougé et peut-être de l'Argentière d'Aulus (dont le mauvais état de préservation ne permet pas d'être catégorique). Le site d'Hautech pourrait avoir connu une interruption plus courte, entre la fin du IIIe siècle et le milieu du IIe siècle seulement, du fait de la présence d'amphores gréco-italiques tardives. Mais l'étendue des réseaux non datés sur ce groupe de chantiers miniers oblige à maintenir des réserves à ce sujet. Les sites de La Coustalade et de La Caunetta 6 pourraient aussi avoir connu une interruption au cours du IIe siècle av. n. è., malgré l'apparente continuité des intervalles calibrés des dates radiocarbone. Nous avons en effet vu que l'ampleur de la mine de La Coustalade ne semble pas justifier une activité continue de plusieurs siècles. Pour celle de La Caunetta, la date la plus ancienne provenant du fond des travaux accessibles, il est possible que la date la plus récente ne corresponde qu'à une reprise plutôt qu'à la continuité de l'exploitation.

La charnière entre les IIe et Ier siècles av. n. è. marque un tournant dans le nombre de sites attestés. Même si l'importance de cette période pourrait être relativisée compte tenu de la fragilité des datations de nombreux sites, les données fiables sont tout de même disponibles sur plus de la moitié du corpus pour le Ier siècle av. n. è. Cependant, le nombre de sites attestés et l'intensité de l'activité ne sont pas forcément associés. Dans le district de l'Arize, la phase précédente, aux IVe et IIIe siècles av. n. è., correspond très probablement à une exploration systématique des ressources et certains sites comme Rougé, La Coustalade ou Hautech 9 étaient épuisés ou presque dès la fin du IIIe siècle. Des sites comme le Goutil ou encore l'ensemble d'Hautech avec ses nombreux chantiers ont pu connaître une activité importante au cours du Ier siècle av. n. è. Leur étude partielle et l'ampleur des réseaux laissent une place à cette possibilité. Celui des Atiels également pourrait avoir connu une exploitation importante à cette période. L'atelier de traitement du cuivre en contrebas de cette mine, abandonné dans le troisième quart du Ier siècle av. n. è., confirme cette phase d'activité. Pour les autres mines de cuivre de ce district, les données sont trop ponctuelles pour se prononcer, tout comme pour celles de l'Argentière, les Abères et L'Argenterie.

Pour les Pyrénées centrales, l'ampleur de la mine de Palouma invite à voir dans la période tardo-républicaine une phase d'activité importante. La chronologie de l'atelier d'Hourcade, centrée sur le Ier siècle av. n. è., qui a traité du minerai de Séras et de Palouma selon les données isotopiques (Girard *et al.* 2010, 239), confirme l'activité de ce pôle de production pour la période. Le mobilier présent sur l'atelier permet de supposer que l'activité a duré plusieurs décennies, ce qui implique une activité similaire pour les mines. Pour le Pays basque, l'activité à cette période semble aussi montrer une certaine intensité. La mine de Mehatze en particulier présente un développement qui dénote un investissement inscrit dans la durée dans cette mine, et le site de Larla, en activité depuis la phase précédente, continue lui aussi d'alimenter en fer l'extrémité orientale des Pyrénées. Le développement en parallèle du site d'Errola, d'ampleur toutefois plus réduite, indiquerait que la demande en fer est élevée.

Dans les sites de la moitié orientale de la région du Sud-Ouest, les situations sont variables. Les mines des Pyrénées orientales sont trop mal connues pour être évaluées, mais les ateliers de réduction révèlent une activité soutenue à partir du Ier siècle av. n. è. avec des sites très nombreux. Les moles de scorie agglomérée, attribués à cette période, sont des témoins d'une activité particulièrement intensive (Mut & Kotarba 2007, 151). La situation semble mixte dans le district sidérurgique des Corbières. J. Mantenant signale que des petits ferriers* datés entre la fin du IIe et le Ier siècle av. n. è. côtoient des ferriers* de grande taille dont la chronologie remonte au moins au milieu du Ier siècle av. n. è., voire un peu plus tôt. Ces grands ferriers*, dont la surface au sol peut dépasser les 10 000 m², témoignent d'une activité soutenue qui va perdurer, pour certains, au-delà de la période augustéenne. Les petits ferriers* évoquent au contraire des petites exploitations dispersées, qui ne dépassent pas la période augustéenne (Mantenant 2014, vol. 1, 280-281). Les données disponibles ne permettent pas de préciser leur relation avec les gros ateliers. Enfin, en ce qui concerne la sidérurgie de la Montagne noire, les données

chronologiques se rapportent principalement au Ier siècle av. n. è. L'organisation des ateliers fouillés aux Martys, avec les batteries de fourneaux, montrent une volonté d'être productif. Cependant, les autres ferriers* repérés en prospection, non datés pour près des deux tiers d'entre eux, ont des tailles très réduites qui ne correspondent pas à des productions très importantes.

En ce qui concerne les non-ferreux, il est plus difficile d'évaluer l'intensité de l'exploitation de cette période. Dans la mine des Barrencs, les niveaux profonds étaient atteints dès le IIIe siècle av. n. è. et il n'a pas été possible de distinguer la part de l'exploitation tardo-républicaine de celle de la période précédente. Dans les Corbières, le mobilier semble indiquer que l'activité s'est concentrée entre la seconde moitié du IIe siècle et la première du Ier siècle av. n. è. Mais en l'absence de datation précise sur la grande majorité des sites, et en ayant en tête les exemples des Barrencs et de l'Arize, l'importance réelle de cette phase doit être interrogée. S'il y a bien eu une activité tardo-républicaine dans les mines de non-ferreux des Corbières, son ampleur ne pourra être définie que par de nouveaux sondages dans les chantiers.

Ce panorama concernant les mines du Sud-Ouest aux IIe et Ier siècles av. n. è. montre une certaine diversité des rythmes d'exploitation à cette échelle. À l'est de la Garonne, le poids des amphores souvent hors stratigraphie dans les datations tire la chronologie vers la fin du IIe ou le Ier siècle av. n. è. Cette chronologie basse est pour l'heure confirmée par les quelques données stratigraphiques obtenues sur les sites liés à l'exploitation du fer. La date correspondant au premier âge du Fer obtenue dans la mine de fer de Mas Bourras (Baillestavy, Pyrénées-Orientales) doit cependant attirer l'attention quant à la possibilité de voir ce schéma remis en cause. Pour l'exploitation des non-ferreux, les fouilles et sondages ont presque systématiquement fait remonter le démarrage de l'exploitation à la période des IVe et IIIe siècles av. n. è. Poursuite de l'exploitation, reprise ou simple recherche : les trois options sont possibles selon les sites. Vers l'ouest, dans les Pyrénées centrales, seule l'exploitation du plomb argentifère est connue à ce jour pour cette période. Là aussi, les datations radiocarbone font remonter le démarrage de l'exploitation avant le IIe siècle av. n. è. et même dès le premier âge du Fer pour Séras. On est toutefois assuré ici d'une exploitation réelle et d'une certaine ampleur aux IIe et Ier siècles av. n. è. Pour le Pays basque, l'exploitation du fer est attestée depuis des dates plus hautes et se poursuit sans faiblir pour ce que l'on peut en observer. Les fouilles et sondages dans les mines de non-ferreux n'ont pour l'instant pas permis de faire remonter l'activité avant le IIe siècle av. n. è., contrairement à ce que l'on observe pour les mines situées plus à l'est. Les deux derniers siècles av. n. è. semblent donc bien refléter ici une impulsion favorisant l'exploitation du cuivre, si l'on en croit les données de Mehatze et Monhoa.

Tout comme pour les IVe et IIIe siècles av. n. è., où l'on a pu montrer que l'exploitation des mines s'inscrivait dans un contexte généralisé de développement économique à l'échelle de la Gaule, les exploitations des IIe et Ier siècles av. n. è. ne sont pas limitées au Sud-Ouest. L'exploitation de l'or du Limousin perdure (Cauuet 2004, 29-32) et s'intensifie sur plusieurs sites (notamment Les Fouilloux et Cros-Gallet sud). Les études plus ponctuelles réalisées dans le Massif central (Cauuet 2013, 89-93) attestent d'une activité généralisée (non-ferreux), bien qu'elle ne soit pas toujours bien cernée. Les districts situés au sud des Cévennes (Monts de Cabrières, haute vallée de l'Orb) connaissent aussi une activité importante à cette période (Gourdiole & Landes 1998 ; Léchelon 2011), sur des mines de cuivre et cuivre argentifère (**fig. 174**). Ainsi, une galerie de recherche foncée au cours du IIe siècle av. n. è. est connue sur le site de La Maladrerie (Villefranche-de-Rouergue). Elle témoigne d'une activité de prospection dans ce secteur connu pour ses ressources en plomb et cuivre, dont une phase d'exploitation est aussi confirmée pour le Ier siècle de n. è. (Morasz & Sanchez 2011, 283, 292 et 294). Sur le mont Lozère, des fouilles sur une minière ont permis de montrer l'extraction de galène* argentifère dès le début du IIe siècle av. n. è. et jusqu'au début du Ier siècle de n. è. (Cauuet 2013, 92).

Le mobilier associé à ces chantiers miniers et les chronologies établies sont aussi un reflet des relations plus ou moins directes entre les districts miniers et le commerce méditerranéen. Il ne s'agit bien sûr pas d'affirmer qu'un tesson d'amphore dans une mine implique que le métal produit ait été directement exporté en Italie. Mais la diffusion de plus en plus importante du mobilier méditerranéen dans le sud-ouest de la Gaule, prioritairement le long de l'axe Aude-Garonne, est l'une des caractéristiques de cette période. Retrouver des tessons d'amphores italiques ou de campanienne A dans des sites qui peuvent apparaître éloignés des principaux centres urbains et commerciaux à des dates encore hautes (fin du IIe siècle av. n. è. ou début du suivant) est significatif d'une insertion de ces secteurs miniers dans les circuits commerciaux en plein essor à l'époque. De ce point de vue, la présence de mobilier ibérique daté du milieu du IIe siècle av. n. è. dans les mines des Corbières reflète bien les relations privilégiées existant de longue date entre le nord-est de la péninsule et le Languedoc occidental. La mine des Barrencs et celles du massif de l'Arize, où une partie du mobilier importé correspond à la fin du IIe siècle av. n. è., sont également rapidement irriguées par ces marchandises importées. Dans les Hautes Pyrénées, le mobilier méditerranéen ne fait son apparition sur l'atelier

d'Hourcade qu'au cours du Ier siècle av. n. è. Au Pays basque, seule la mine de Mehatze a livré du mobilier d'importation méditerranéenne. Il s'agit de présigillée, d'amphores de type Dr 20 et de lampes de type Loeschke I, dont la chronologie se rapporte à la fin du Ier siècle av. n. è. et au siècle suivant (Parent *et al*. 2016, 180-183). Les sites miniers du Pays basque semblent ainsi en retrait du grand commerce régional jusqu'à une date plus avancée.

La chronologie des chantiers miniers, avec la poursuite des exploitations initiées lors des siècles précédents, montre que la demande en métaux s'est au moins maintenue au cours du IIe siècle av. n. è. dans tout le Sud-Ouest (Larla, Les Barrencs, Palouma, Arize possible). La stimulation économique observée à travers le développement des importations méditerranéennes trouve un écho dans le démarrage (au moins en apparence) de l'exploitation des mines de non-ferreux dans les Corbières au milieu du IIe siècle av. n. è., puis dans les Pyrénées orientales (mines de cuivre et sidérurgie), dans les Pyrénées ariégeoises (Les Abères, L'Argenterie, Les Atiels) et dans la Montagne noire pour le fer. Cela ne concerne pas que les zones en lien avec la Méditerranée puisqu'un nouveau district sidérurgique et des mines de cuivre du Pays basque voient leur activité démarrer à partir du IIe siècle av. n. è. également. À l'est de la Garonne, dans les limites de ce qui devient la province de Transalpine, le développement de la demande en métaux est suffisamment fort pour susciter des tentatives de reprise sur des mines qui avaient été abandonnées près d'un siècle plus tôt (Rougé, La Coustalade, peut-être l'Argentière). L'exploitation sidérurgique du massif du Canigou semble être intensive dès les premières phases identifiées à ce jour, soit au tournant des IIe et Ier siècles av. n. è. Pour les Corbières et la Montagne noire, le démarrage a pu être plus progressif, mais aux alentours du milieu du Ier siècle av. n. è., les ferriers* de grande taille indiquent un changement d'échelle. La poursuite de l'exploitation sidérurgique du Pays basque à la même période n'atteint pas, et de loin, de telles proportions. Cette différence d'échelle de production illustrerait le poids supérieur des dynamiques économiques dans la sphère d'influence romaine, avec la possibilité d'alimenter un marché dépassant plus facilement le cadre régional.

Il faut enfin signaler que plusieurs mines ou districts voient leur activité s'arrêter autour de la période augustéenne. C'est le cas des sites des Pyrénées ariégeoises (sauf l'Argentière à Aulus), les mines du district à cuivre de l'Arize pouvant atteindre sans la dépasser la période augustéenne, mais aussi des mines de non-ferreux des Corbières et de la Montagne noire. Nous reviendrons sur ces arrêts au cours du chapitre 3 de cette partie (p. 276), mais on peut d'ores et déjà remarquer que les exploitations évoluent d'une manière différente selon qu'il s'agisse du fer ou des non-ferreux et selon le secteur géographique dans lequel on se trouve.

Des techniques peu caractéristiques

Les ouvrages miniers des IIe ou Ier siècles av. n. è. montrent dans leur ensemble l'utilisation des mêmes techniques que lors de la phase précédente. Les travaux sont toujours ouverts depuis l'affleurement, le feu et l'outil sont utilisés pour l'abattage et les chantiers suivent la minéralisation de près. Ces caractéristiques ont pu être observées dans les mines des Corbières et du Pays basque dont l'exploitation antérieure n'est pas connue. De fait, différencier les travaux des IIe et Ier siècles av. n. è. de ceux réalisés auparavant n'est que rarement possible à première vue. Le cas de la mine des Barrencs, dans laquelle des datations couvrent une période allant du IVe au Ier siècle av. n. è., en est un bon exemple : les archéologues qui y ont travaillé ne signalent aucune variation dans la façon de conduire le chantier à l'échelle de la mine. C'est aussi pour cela que les travaux datés uniquement par du mobilier récolté en prospection sont facilement attribués à la chronologie des tessons identifiés : les techniques minières employées ne s'y opposent pas.

La pertinence des ouvrages de recherches par rapport au type de minéralisation, signe des connaissances géologiques empiriques acquises par les mineurs, est observée pour cette nouvelle phase d'exploitation dans les Corbières, avec des galeries de recherche disposées de façon à suivre le pendage du filon. Des piliers de roche stérile assurent toujours le soutènement. Des témoins de la mise en place de boisages sont également connus à Palouma et Mehatze (Parent *et al*. 2016, 176). Les ouvrages d'assistance demeurent rares, la configuration des mines permettant dans l'ensemble d'en limiter les besoins. Des galeries de jonction très courtes entre certains chantiers souterrains et les secteurs à ciel ouvert sont toutefois signalées sur le Sarrat de Germa, dans la mine de Tistoulet – Esquina d'Ase. Ces galeries avaient pour unique fonction de faciliter la circulation des mineurs pour sortir le produit de l'exploitation (Mantenant 2014, vol. 1, 205). Aucune galerie d'exhaure* n'est pour l'instant rattachée avec certitude à cette période dans l'ensemble des mines du Sud-Ouest. La galerie de la mine de La Canal, dans les Corbières, n'est pas datée et les quelques tessons d'amphores à la sole* de celle de l'Argenterie, dans les Pyrénées ariégeoises, ne peuvent suffire à assurer son antiquité.

Un des rares changements que l'on peut observer dans le domaine technique est l'introduction des lampes à huile pour l'éclairage des mineurs, qui s'accompagne du creusement de niches dans les parois de certaines galeries.

Des niches de ce type ont été identifiées aux Barrencs, mais aussi dans l'une des galeries basses de la mine de Mehatze (Parent *et al*. 2016, 171). Les fragments de lampes identifiés à Mehatze sont cependant datés au plus tôt à la fin du Ier siècle av. n. è., témoignage d'une adoption plus tardive de ce mode d'éclairage. Les lampes des Barrencs ont quant à elles une chronologie plus haute, entre la fin du IIe et le Ier siècle av. n. è. (Mantenant *et al*. 2013, 39). Certaines des encoches observées dans les réseaux du Goutil pourraient également correspondre à ce type d'aménagement, mais leur chronologie est incertaine. Des fragments de lampes à huile ont par ailleurs été identifiés à Hautech (Dubois & Métailié 1991, 39) et au Coffre (Dubois & Guilbaut 1982, 106), ainsi que dans les niveaux d'abandon de l'atelier de métallurgie primaire du cuivre des Atiels. Pour les deux premiers sites, il s'agit de lampes de type Ricci E, datées entre le milieu du IIe siècle av. n. è. et le milieu du Ier siècle av. n. è., alors que pour les Atiels (type Dressel 2), elles proviennent d'un contexte du milieu du Ier siècle av. n. è. Ces dernières étaient mêlées à des rejets de mobilier domestique. Leur utilisation en mine est vraisemblable, mais les quelques mètres de galeries antiques préservées aux Atiels ne comportaient pas de niche à lampe. Dans les Corbières, des niches à lampes ont été identifiées dans les mines de Tistoulet et de l'Abeilla, et se rapporteraient à la phase d'activité tardo-républicaine[1].

Ces techniques peu spécifiques ont été observées dans d'autres secteurs miniers de Gaule pour la même période. Parmi les nombreuses mines situées dans les hautes vallées de l'Orb et du Dourdou, en territoire rutène, plusieurs ont pu faire l'objet d'une première caractérisation. Même si l'étude de ces sites demanderait à être approfondie en appliquant les méthodologies actuelles de façon plus systématique (topographie détaillée des chantiers et fouilles ou sondages), les éléments disponibles à ce jour fournissent une base qui permet d'établir des comparaisons, étayée par des datations radiocarbone dans plusieurs chantiers. Les minéralisations exploitées sont des sulfures polymétalliques complexes associant plomb, cuivre et zinc, dans une gangue* de quartz ou de barytine, encaissés dans des calcaires dolomitiques. Des cuivres gris sous forme de tétraédrite argentifère sont aussi présents (Léchelon 2011, 247). L'activité aux IIe et Ier siècles av. n. è. est bien attestée sur les gisements cuprifères (**fig. 176**) et se poursuit jusqu'à l'Antiquité tardive et même au-delà, avec des différences toutefois selon les sites (Léchelon 2011, 254). Une particularité de ce secteur est d'avoir livré de nombreux maillets en pierre (Bouco-Payrol, Camarès et Labaume, Sylvanès), indiquant une première phase d'exploitation entre la fin du Chalcolithique et l'âge du Bronze Récent, confirmée par une datation radiocarbone dans la mine de Bouco-Payrol[2] (Léchelon 1974 ; Léchelon 2001, 120-124 ; Léchelon 2011, 263 et 265).

Pour les travaux des IIe et Ier siècles av. n. è. de ce secteur, on observe les mêmes façons d'aborder l'exploitation que dans les autres mines déjà présentées : attaque des gisements depuis l'affleurement, travaux limités aux zones minéralisées qui sont suivies de près. Selon la morphologie des minéralisations, les travaux se présentent sous la forme de chantiers rectilignes suivant les filons, irréguliers lors de l'exploitation d'amas, ou encore formant de vastes chambres dans les zones enrichies par des croisements de filons ou suivant des stockwerks* (Léchelon 2011, 252). Des piliers de roche sont laissés en place pour l'étayage dans certaines mines (Cénomes, Montagnol et Bouco Payrol). Des encoches de boisage ont été identifiées dans certains passages ascendants à Bouco-Payrol, permettant probablement d'installer des structures pour faciliter la circulation des mineurs (Léchelon 2011, 261). L'ampleur des travaux n'est pas toujours connue car de nombreux chantiers sont comblés (groupe d'une quarantaine de fosses de Faulat, à Ceilhes, et chantiers proches). Il est possible que certains d'entre eux ne se soient pas développés en souterrain (Léchelon 2011, 252-257 et 259). Mais la mine de Bouco Payrol, avec des travaux anciens attestés jusqu'à plus de 90 m de profondeur, montre qu'il n'y avait pas de limitation technique à l'approfondissement des chantiers à cette période.

Le feu et les outils sont utilisés pour l'abattage, mais certains secteurs montrent une utilisation exclusive de l'une ou l'autre de ces techniques. Car malgré des éléments peu spécifiques à une échelle générale, des différences peuvent être significatives à l'échelle d'un chantier ou d'un district. Ainsi, B. Léchelon indique que, dans chacune des mines de Cénomes et de Bouco-Payrol, où l'utilisation du feu domine globalement, un secteur présente la particularité d'avoir été ouvert entièrement à l'outil (Léchelon 2011, 256 et 263). Le mobilier localisé dans ces secteurs, notamment des fragments de lampes à huile, ainsi qu'une datation radiocarbone, indiquent qu'ils ont été exploités à partir de la fin du Ier siècle av. n. è. et principalement lors du siècle suivant. Ce changement est d'autant plus significatif que la nature de la roche encaissante reste la même et que les secteurs concernés ne présentent pas de difficulté d'aérage particulière, permettant d'écarter des contraintes techniques à l'origine de ce choix.

1 Communication orale J. Mantenant.

2 Datation Beta-221099 : 3950 ±40 BP, soit 2570-2330 cal BC (Léchelon 2022, fig. 1).

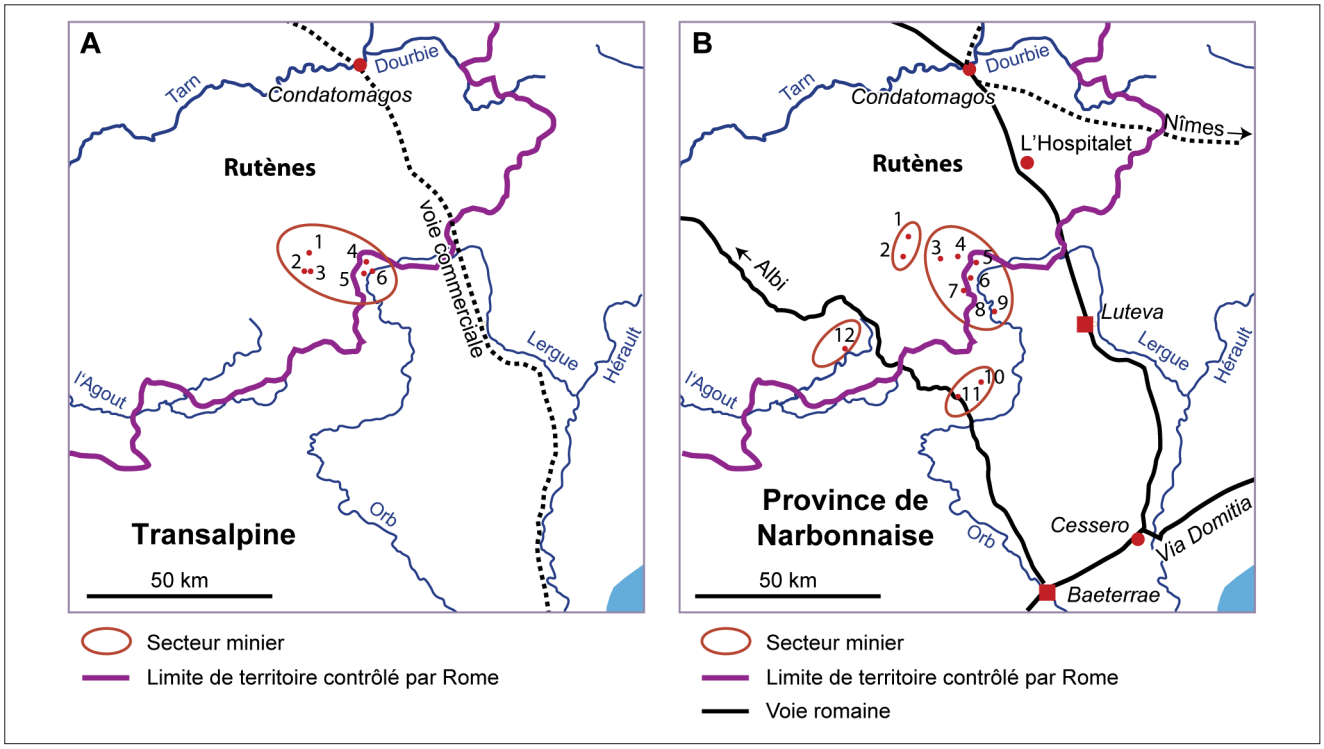


Fig. 176. Mines des IIe et Ier s. av. n. è. du secteur Dourdou-Orb (d'après Léchelon 2011, fig. 9 et 10). **A.** Sites du IIe s. av. n. è. : **1.** Labaume ; **2.** Bouco Payrol ; **3.** Pélissou ; **4.** Bournac ; **5.** Faulat ; **6.** Mange-Hommes. **B.** sites des Ier s. av. n. è. et Ier s. de n. è. : **1.** Labaume ; **2.** Bouco-Payrol ; **3.** Cénomes ; **4.** Bayles ; **5.** Bournac ; **6.** Lascours ; **7.** Maynes ; **8.** La Rabasse ; **9.** Vinas ; **10.** Le Pradal ; **11.** Lamalou ; **12.** Landas. *E. Meunier 2022*

Un changement de ce type entre des secteurs ouverts au feu ou à l'outil a pu être documenté dans le massif de l'Arize. L'utilisation exclusive de l'outil dans le secteur ancien de la mine des Atiels en constitue l'exemple le plus clair. La datation radiocarbone et le mobilier de surface situent cette activité entre les IIe et Ier siècles av. n. è. La mine du Goutil était elle aussi creusée à la fois au feu et à l'outil. Nous avons proposé de faire de ce changement technique un critère chronologique pour les travaux de l'Arize (partie 2, chapitre 6), même si l'utilisation du feu dans la mine de La Coustalade à la même période ne permet pas d'être catégorique sans datation absolue. À l'origine de ce changement, nous suivons la proposition de B. Léchelon qui le rattache à une modification dans la gestion de l'exploitation. L'utilisation du feu ou des outils suppose en effet des circuits d'approvisionnement distincts en matière première (le bois ou le fer). On pourrait penser que le passage à une ouverture principalement à l'outil serait liée à un épuisement des ressources boisées à proximité immédiate des mines. Si l'exploitation a démarré dès les IVe ou IIIe siècles av. n. è., comme nous le proposons pour l'ensemble des mines de cuivre argentifère de l'Arize, on pourrait envisager que les forêts les plus proches auraient été trop altérées et que la distance à parcourir pour s'approvisionner en bois soit considérée comme excessive. Cette option est également proposée par B. Léchelon pour les mines du secteur Dourdou-Orb (Léchelon 2011, 271). Le changement y serait nécessaire plus tard que dans l'Arize car l'activité minière de l'âge du Fer ne remonte pour l'heure qu'au début du IIe siècle av. n. è. Mais une autre possibilité est proposée par cet auteur, sur la base de ce qui a été observé lors de la reprise médiévale à partir du XIIe siècle. La technique de l'abattage au feu est de nouveau privilégiée, et cela tant que l'exploitation est entre les mains de l'abbaye de Sylvanès, qui dispose aussi du droit d'utiliser de façon intensive les bois environnants. Lorsque les concessions minières passent aux mains d'entrepreneurs privés au siècle suivant, leurs droits ne couvrent pas l'utilisation des forêts. Ils doivent alors travailler à l'outil, ce qui a été observé dans les chantiers (Léchelon 2011, 272). L'auteur fait alors un parallèle entre cette situation et celle de l'Antiquité, où des exploitants auraient disposé à leur guise des ressources boisées entre le IIe et la fin du Ier siècle av. n. è., alors que les suivants n'ont plus un accès facile à ces ressources, le changement s'amorçant à partir de la période augustéenne. Nous reviendrons plus bas sur les implications que cela pourrait avoir dans le cas du massif de l'Arize.

Dans l'Hérault, le district de Cabrières (**fig. 174**) a connu une exploitation entre la seconde moitié du Ier siècle av. n. è. et le Ier siècle de n. è., également après une phase préhistorique entre le Chalcolithique et le début du premier âge du Fer (Ambert 1995, 501-503). L'exploitation a concerné du cuivre gris à antimoine et argent, pris dans des filons de quartz encaissés dans les dolomies ou les schistes (Bailly-

Maître *et al*. 1984, 327). Les mines de Pioch-Farrus I et IV, des Neuf-Bouches et de La Roussignole correspondent à ces chronologies. L'activité est bien caractérisée surtout à la fin du Ier siècle av. n. è. et au cours du suivant, mais quelques tessons de campanienne A et d'amphore italique pourraient faire remonter le démarrage de l'exploitation antique un peu plus tôt au cours du Ier siècle av. n. è. (Bailly-Maître *et al*. 1984, 331 ; Ambert 1999, 396 ; Bouquet *et al*. 2006, 157). Des lampes à huile du type aux oiseaux à bec en enclume correspondent aussi à la seconde moitié du Ier siècle av. n. è. L'exploitation a été réalisée principalement à la pointerolle pour ces phases antiques. L'ouverture au feu semble ici caractéristique des phases préhistoriques, mais son utilisation ne peut être exclue pour les phases antiques (Ambert 1999, 397). Si les mineurs ont là aussi suivi la minéralisation de près en démarrant l'extraction depuis l'affleurement (avec l'indice des travaux préhistoriques), il faut signaler quelques aménagements qui facilitent les déplacements des mineurs. À Pioch-Farrus IV, dont les niveaux antiques sont les mieux connus, des escaliers ont été creusés à la sole* dans un passage descendant et des plates-formes de déblais retenues par des murets conformaient des espaces de travail (Landes 1989, 225). Un petit bassin (surface de 3 m² et profondeur de 0,5 m) dans la partie basse des travaux a pu servir de retenue pour la gestion de l'exhaure*, mais aussi pour laver du minerai sur place. Du sable quartzeux fin se trouvait dans son comblement (Ambert 1999, 396).

Dans les mines d'or du Limousin, le développement des chantiers amorcé dans la deuxième moitié du IIIe siècle av. n. è. se poursuit et la taille des ouvrages devient un critère pour identifier les mines les plus tardives, dont l'activité cesse avec l'époque augustéenne. Les chantiers atteignent et dépassent 100 m de longueur, 40 à 60 m de largeur, et 10 à 40 m de profondeur (Cauuet 2004, 43-44). Les sites des Fouilloux, de Cros-Gallet sud, de Lauriéras ou de La Fagassière en sont des exemples. La mine du Puy des Angles, dont l'activité a démarré au IIIe siècle av. n. è., voit son activité s'arrêter au milieu du IIe siècle av. n. è. (Toledo I Mur *et al*. 2005, 207). Elle n'atteint donc pas les proportions des chantiers plus tardifs, mais montre que les développements techniques se mettent en place dès la fin du IIIe siècle av. n. è. Tous ces sites ont en effet la particularité de développer de vrais chantiers souterrains, qui ont nécessité la mise en place de boisages complexes pour assurer la stabilité des roches encaissantes et favoriser la circulation des mineurs (Cauuet 1997, 202-204 ; Cauuet 2000). Les chantiers souterrains suivent là aussi la morphologie de la minéralisation, formant des dépilages en gradins le long de filons inclinés ou des chambres sur piliers lorsque la minéralisation était plus développée. Dans la mine des Fouilloux, une chambre de ce type est traversée par une galerie d'exhaure* (Cauuet 2004, 50). L'approfondissement des chantiers rend en effet cet aménagement nécessaire pour assurer la poursuite de l'exploitation sous le niveau phréatique. Mais il ne s'agit pas d'une nouveauté puisque les premiers exemples de galerie d'exhaure* apparaissent dans la seconde moitié du IIIe siècle av. n. è. De fait, le début du IIe siècle av. n. è. ne constitue pas un jalon chronologique significatif pour le Limousin. Les exploitations ont démarré plus tôt, les changements techniques sont amorcés dès le milieu du IIIe siècle av. n. è. et l'ampleur remarquable atteinte par les chantiers à la fin du Ier siècle av. n. è. ne représente que l'aboutissement de plusieurs siècles d'exploitation minière intensive.

Ainsi, au niveau des techniques minières, les IIe et Ier siècles av. n. è. ne semblent pas apporter de changement majeur dans un grand quart sud-ouest de la Gaule, dans lesquels on remarque surtout une continuité des pratiques existantes lors de la phase précédente. L'éclairage par les lampes à huile, placées dans des niches au parement des galeries, semble être le seul élément qui marquerait une rupture avec les modes opératoires précédents, ces lampes étant de plus des objets importés ou clairement imités de modèles méditerranéens. On peut noter que les lampes potentiellement les plus anciennes (Ricci E) ont été identifiées dans la mine des Barrencs et dans les mines de cuivre de l'Arize, avec une chronologie qui peut remonter au milieu du IIe siècle av. n. è., mais qui s'étend aussi jusqu'au milieu du Ier siècle av. n. è. Ensuite, les mines de la haute vallée de l'Orb ont livré des spécimens datés de la seconde moitié du Ier siècle av. n. è. pour les exemplaires suffisamment bien conservés[3] (Léchelon 2011, 260 et 263). Au Pays basque, les lampes n'apparaissent qu'à la toute fin du Ier siècle av. n. è. On n'en connaît pas à ce jour dans les Pyrénées centrales et les niches à lampes des Corbières ne sont pas datées (elles se rapportent à la période tardo-républicaine sans précision). On est toutefois loin d'une révolution dans les techniques d'exploitation avec ce nouvel éclairage. Cela implique tout de même d'avoir à disposition des mineurs de l'huile pour alimenter les lampes, ce qui n'était pas nécessaire avec l'emploi de torches.

3 Il s'agit de lampes dites "aux oiseaux" à bec en enclume de type Dressel 4. Des fragments de trop petite taille sont attribués au Ier siècle av. n. è. sans précision.

Mines gauloises, mines romaines : la question du contrôle d'une ressource stratégique

Les chronologies des chantiers miniers fournies par le radiocarbone ou par le mobilier laissent une marge d'incertitude non négligeable quant aux dates de démarrage ou d'arrêt des exploitations. Les techniques mises en œuvre ne permettent pas, en elles-mêmes, de préciser ces chronologies. Les sources historiques atteignent cependant une précision à l'année près concernant des évènements marquants de la période, qui entraînent, à des degrés divers, le transfert du contrôle des territoires depuis les entités gauloises vers la puissance romaine. Le contexte historique fournit ainsi les limites théoriques de l'extension des zones qui peuvent être contrôlées par Rome au fil de cette période. L'implication d'Italiens dans les activités économiques régionales est un aspect significatif dans ce contexte (Mauné 2000). D'autres arguments peuvent au contraire plaider pour un certain maintien de l'implication des populations locales dans la gestion des exploitations. Nous verrons pour finir comment tous ces éléments peuvent contribuer à identifier les exploitants du district de l'Arize.

Quelques jalons historiques

Les deux derniers siècles avant notre ère constituent une période de transition qui correspond aux dernières décennies d'indépendance des peuples gaulois face à des Romains toujours plus entreprenants. Nous avons vu que la côte languedocienne était rapidement incluse dans les courants commerciaux italiens dès le début du IIe siècle av. n. è., suite à l'installation romaine dans le nord-est de la péninsule Ibérique, après la deuxième guerre punique. C. Ebel avait même proposé que le contrôle romain sur le Nord-Est de l'Espagne s'étende jusqu'à l'Hérault, sous l'autorité du gouverneur de l'Hispanie Citérieure, depuis Tarragone (Ebel 1976, 42). Le bornage de la voie dite hérakléenne, qui longe la côte méditerranéenne entre Italie et Hispanie, dès le milieu du IIe siècle av. n. è., est donné comme exemple du contrôle ancien de Rome sur ce secteur, à un moment où les points d'attache romains se trouvent au sud des Pyrénées (Roman 1991, 37 ; Rico 1997, 147-150). Ces échanges commerciaux se renforcent progressivement jusqu'à la création de la colonie de Narbonne en -118, qui marque un seuil dans le développement de la présence romaine. Cette fondation a lieu suite à des opérations militaires dans le sud de la Gaule, entre -125 et -121. Marseille, alliée de Rome, lance un appel à l'aide contre les peuples voisins (Salyens, Voconces, Ligures). Les victoires obtenues par Rome contre ces derniers, puis contre les Allobroges et Arvernes révoltés, conduisent à une extension de l'influence romaine au moins jusqu'au sud du Massif central (Christol 2010, 37 ; Py 2012, 301). La région n'est pas pour autant soumise ni complètement pacifiée, comme en témoignent les révoltes connues dans les années qui suivent, notamment celle des Tectosages en -106/-105. Cette révolte conduira au démantèlement de leur territoire et mérite que l'on y prête attention (Moret 2008, 319 ; Gorgues 2014, 317-318).

L'évènement est rapporté par Dion Cassius, qui indique que le soulèvement de la ville de *Tolosa*, dans le sillon du conflit provoqué par l'arrivée des Cimbres dans la région, est tué dans l'œuf grâce à l'intervention rapide des Romains, prévenus par une partie des Tolosates restés fidèles à Rome (Lizop 1931, 1931, 16 ; Barruol 2000, 8 ; Moret 2001, 17). En représailles, la ville est pillée par le consul Caepio, qui s'empare notamment de richesses provenant du sanctuaire tectosage. On sait par d'autres sources que ce butin est volé lors de son acheminement vers Rome et Caepio connaît ensuite une lourde défaite près d'Orange, face aux Cimbres et aux Teutons, en -104. De retour à Rome, il perd son *imperium*, est exclu du Sénat et fait face à un procès à l'issue duquel il est condamné à mort. Cela fait rapidement naître une légende sur la malédiction de l'or de Toulouse, prétendument issu du pillage du sanctuaire de Delphes, qui ne pouvait qu'apporter le malheur à quiconque tenterait de s'en emparer (Moret 2012, 142-144). Cette légende attire l'attention des auteurs anciens et on dispose du témoignage de Posidonios, qui obtient des informations sur ce sujet lors de son passage en Gaule au début du Ier siècle av. n. è. Repris par Strabon (*Géographie*, IV.1.13), ce texte nous est parvenu. On y apprend qu'il est très peu probable que ce trésor provienne du pillage de Delphes, mais, surtout, qu'il était composé en grande partie d'argent, sous la forme de masses brutes martelées, qui étaient déposées dans des enclos et des étangs (Moret 2001, 19). La mise en vente de ces étangs au profit de Rome a permis aux acheteurs d'y retrouver ces masses d'argent. Cette mise en vente n'aurait pas eu lieu avant -102, après une victoire romaine près d'Aix-en-Provence, qui permet à Rome de reprendre le contrôle des territoires soulevés (Moret 2012, 149-150). Le pillage méthodique des dépôts sacrés des Tectosages, qui constituaient très certainement le sanctuaire fédéral de ce peuple, porte le coup de grâce à cette entité gauloise. Par la suite, les sources ne mentionnent plus que les Tolosates : non plus un peuple, mais simplement les habitants d'une ville (Domergue *et al*. 2002, 85 ; Moret 2008, 319).

Il se trouve que plusieurs mines ou groupes de mines se situent à proximité de ce qui pouvait constituer les limites du territoire Tectosage. Ces limites ne sont pas précisément

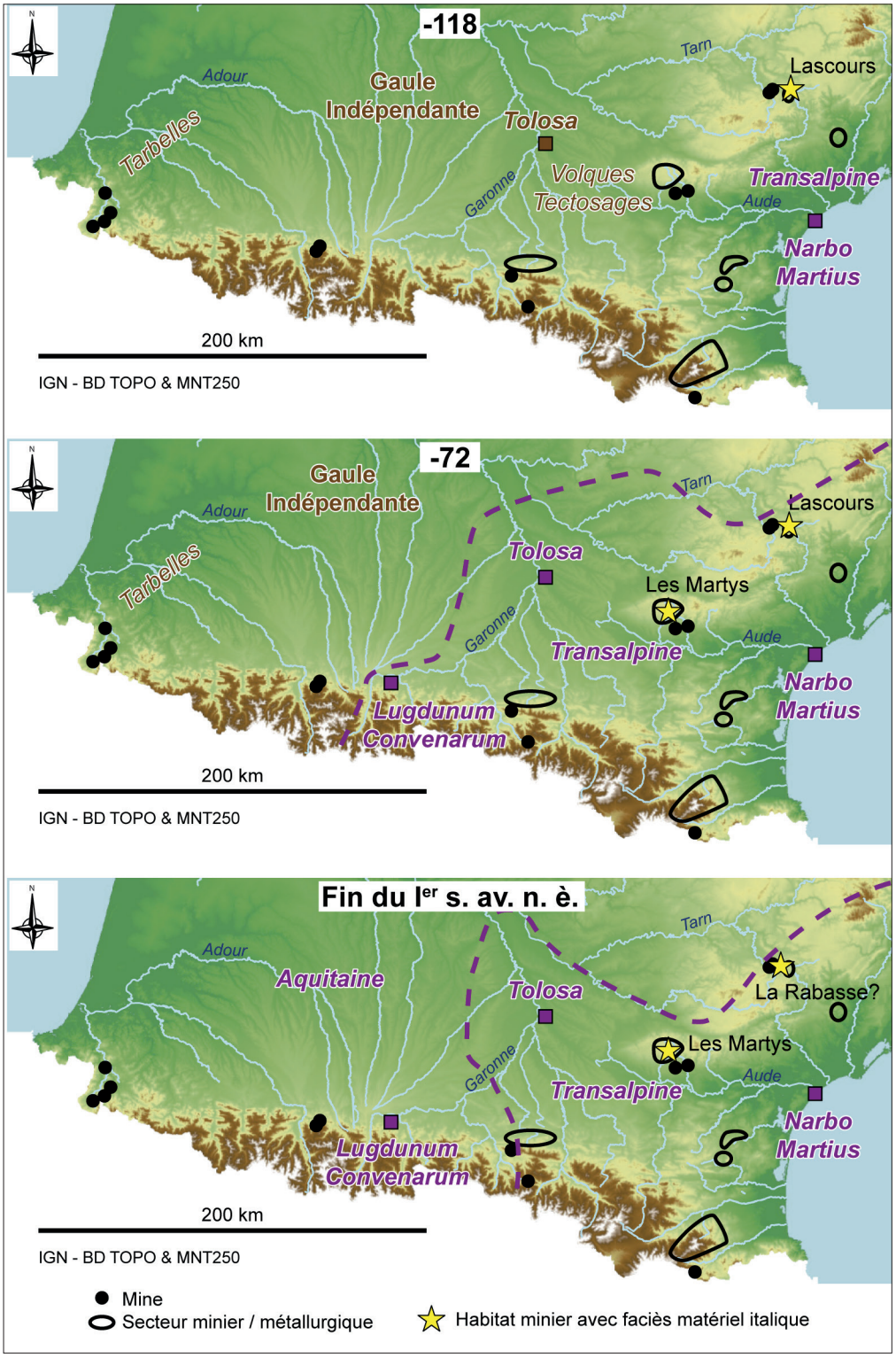


Fig. 177. Évolution du contrôle de Rome sur les territoires du sud-ouest de la Gaule entre le dernier quart du IIe s. av. n. è. et la période augustéenne (adapté d'après Monteil & Tranoy 2008, 98-99). *E. Meunier 2022*

connues. Les indications de Posidonios, reprises par Strabon, permettent de restituer leur emprise entre le Toulousain, les Pyrénées, et le sud du Massif central. Ils n'atteignaient pas la Méditerranée (Moret 2001, 17 ; Domergue *et al.* 2002, 82). Les mines des Pyrénées ariégeoises pouvaient donc faire partie de leur zone d'influence. La mise en évidence par A. Gorgues de relations entre Toulouse et la péninsule Ibérique qui n'empruntent pas la voie méditerranéenne (Gorgues 2014, 317-318) rend plausible un contrôle sur les productions minières de la chaîne pyrénéenne, même pour la mine en altitude de l'Argentière. Les mines de cuivre argentifère de l'Arize et les gisements de galène* argentifère de Rivèrenert auraient été encore plus facilement inclus dans ce domaine. Celles des Corbières semblent trop proches de

la Méditerranée pour y être rattachées. Celles du versant sud de la Montagne noire pourraient se trouver juste en limite de leur territoire. Le démantèlement des structures tectosages à l'extrême fin du IIe siècle av. n. è. pose la question du cadre de l'exploitation durant les deux premières décennies du Ier siècle av. n. è. Les sources ne mentionnent rien concernant la prise en main par Rome ou par des Italiens des ressources minières de ce territoire.

Si les Tectosages fonctionnaient en confédération comme cela a été proposé (Milcent 2015, 34), on peut aussi imaginer que les membres de cet ensemble se retrouvent dans une indépendance relative dans les années qui suivent la prise de *Tolosa*. Pour le massif de l'Arize, on se trouverait dans le territoire des *Consoranni*. Ils sont connus par les listes de peuples de Narbonnaise et d'Aquitaine de Pline (Plin., *HN*, III.4.32 et IV.108-109). Deux graphies ont été utilisées pour ce nom, *Consuaranorum* en Narbonnaise et *Consoranni* en Aquitaine. Ces deux graphies ont donné lieu à des débats : fallait-il voir dans ces noms proches deux peuples différents ou une erreur de copiste et un seul peuple ? Et s'il s'agit bien du même peuple, comment expliquer qu'il se trouve à la fois en Narbonnaise et en Aquitaine ? Les différentes positions sont résumées par R. Sablayrolles dans l'introduction de la carte archéologique de l'Ariège (Sablayrolles 1996, 41-42). Dans l'Antiquité tardive, la *Notitia Galliarum* indique qu'ils sont constitués en cité autonome, après avoir dépendu de celle des *Convenae* au Haut-Empire (Rico 1997, 110-114 ; Sablayrolles & Beyrie 2006, 63). Les *Convenae* ayant été rattachés à la province d'Aquitaine lors de sa création, probablement sous Auguste, alors qu'ils se situaient auparavant en limite occidentale de la Transalpine, l'utilisation par Pline de sources qui n'étaient plus à jour à propos de la Narbonnaise a pu être proposée. Nous nous rangeons à ce sujet à l'option présentée par M. Christol, qui conclut que les listes de Pline étaient bien à jour à l'époque flavienne (Christol 1994, 62). Cela conduirait alors à supposer un découpage du territoire des *Consoranni* lors de la création de la nouvelle province d'Aquitaine. Un découpage de cette nature, prenant en compte avant tout les intérêts de Rome, et non les frontières ethniques préexistantes, est connu pour les Rutènes, vers la fin du IIe siècle av. n. è. (Gruat & Izac-Imbert 2002, 84). Les territoires situés entre le Salat, centre de la cité tardive, et la haute vallée de l'Ariège auraient fait partie de cet ancien territoire des *Consoranni*, qui aurait alors avoisiné celui des Sordons comme l'indique Pline (Barruol 1980, 29). Les *Consoranni* ont-ils pu exploiter pour leur compte les mines se trouvant dans les Pyrénées ariégeoises au début du Ier siècle av. n. è. ? Les données historiques ne permettent pas de se prononcer. Il semble toutefois difficile d'imaginer que, après avoir organisé la spoliation des étangs sacrés des Tectosages, les Romains aient laissé passer l'occasion de mettre la main sur une production de cuivre et sans doute d'argent dont Toulouse pouvait constituer le débouché. Mais ce contrôle pouvait s'effectuer justement lors de l'étape de la vente du métal sans intervention directe dans la production.

L'épisode des guerres Sertoriennes constitue une autre étape de stimulation de l'activité romaine dans ce secteur car Pompée, n'ayant pas accès à la voie maritime avec l'Italie, doit utiliser les ressources terrestres de la Transalpine (Ebel 1976, 96 ; Gourdiole & Landes 1998, 65-66 ; Gourdiole & Landes 2002, 280 ; Christol 2010, 61). Fonteius est ainsi envoyé sur place de -76 à -74 pour faciliter l'approvisionnement de ces troupes. À l'issue du conflit, en -72, la fondation de *Lugdunum Convenarum* par Pompée, en bord de Garonne et aux pieds des Pyrénées, permet d'y placer la limite de l'aire d'influence romaine (Sablayrolles 2009, 59). Cette ville devient un poste avancé de Rome dans un secteur jusqu'alors en marge des territoires conquis (Rico 1997, 142 ; Sablayrolles 2009, 48). Son importance lors de ses premières décennies d'existence est difficile à évaluer, car les fouilles archéologiques n'ont livré que des données très ponctuelles sur les niveaux du Ier siècle av. n. è. (Sablayrolles & Beyrie 2006, 257 ; Fabre & Paillet 2009, 33). Toutefois, la mise en place rapide de l'exploitations marbrière pourrait aller dans le sens d'une mainmise romaine effective dans tout ce secteur peu de temps après la fin des opérations de Pompée. L'édification du trophée d'Auguste à St-Bertrand-de-Comminges entre 13 et 10 av. n. è. montre en effet que les carrières locales étaient déjà en activité à cette période (Boube 1996, 43-44). La vallée de la Garonne constituait un axe de diffusion du marbre dont le contrôle était indispensable (Fabre & Sablayrolles 2002, 72-74), permettant d'inclure cet espace dans les limites de la Transalpine (**fig. 176**). Il est plus difficile d'estimer ce qu'il en est dans les territoires à l'écart de cette voie de pénétration majeure, et notamment vers l'est, jusque dans la vallée de l'Ariège. Après les réorganisations de Pompée, les peuples de la Transalpine ne semblent plus poser de problème sécuritaire à Rome, si l'on en croit le soutien apporté par ces derniers lors des interventions de César (Barruol 2000, 8-9 ; Moret 2015c, 68).

Dans ce contexte, la prise en main par des Italiens de l'exploitation du territoire près des côtes méditerranéennes est bien connue pour le début du Ier siècle av. n. è. par les textes de Cicéron, *Pro Quinctio* (III-IV) et *Pro Fonteio* (V.11-13). On y apprend que de nombreux Italiens sont présents en particulier à Narbonne et dans ses environs pour y faire fortune (Christol 2010, 60-62). En contexte urbain, cette présence italienne est assez bien caractérisée et liée au commerce, jusqu'à Toulouse. Les implantations italiennes en contexte rural méritent quant à elles une attention particulière dans la mesure où elles impliquent un contrôle direct sur

les productions locales, principalement agricoles, ce qui n'est pas le cas pour de simples négociants. La stimulation de l'économie locale par la demande commerciale invite à réfléchir aux modalités d'exploitation des terroirs et au degré d'investissement italien dans l'obtention des ressources. Cependant, la dynamique gauloise d'intensification du peuplement et de l'exploitation agricole, observée à cette période de la frange méditerranéenne au Toulousain, et au-delà, ne permet pas d'attribuer automatiquement les fondations des sites ruraux antérieures au milieu du Ier siècle av. n. è. à des Italiens, même à proximité des rives méditerranéennes (Mauné 2000, 242-244). En l'absence d'épigraphie, une étude archéologique du faciès céramique permet d'apporter des informations sur ce sujet, par l'identification des habitudes alimentaires, qui diffèrent entre les populations italiques et languedociennes de cette période (Mauné 2000, 249 ; Gorgues & Cadiou 2008, 129-130). De manière similaire, la production de céramiques selon les techniques et les formes originaires de la Méditerranée peut indiquer le déplacement d'artisans Italiens en Transalpine. Le cas de l'atelier de l'habitat de St-Jean-du-Causse (Hérault) en est un exemple. Des céramiques à vernis noir y ont été fabriquées entre la fin du IIe et le milieu du Ier siècle av. n. è., sans aucune production de type local, que l'on retrouve normalement lorsque des potiers gaulois adoptent les techniques exogènes (Mauné & Sanchez 1999, 140-142). Cet exemple montre que l'on est très tôt dans un contexte romanisé pour la région comprise entre Narbonne et Béziers. Les sites miniers les plus proches sont ceux des monts de Cabrières et de la haute vallée de l'Orb, susceptibles d'être plus vite pris en main par des Italiens. Si l'on se dirige vers l'ouest, les données concernant des implantations italiennes en milieu rural sont particulièrement rares, et bien sûr absentes au-delà de la Garonne : l'Aquitaine n'est soumise qu'en -56 (Rico 1997, 136).

La fin des campagnes de César marque la fin de l'indépendance de l'ensemble des territoires gaulois, le processus ayant déjà été bien avancé pour la Transalpine. Les mines des Pyrénées centrales et du Pays basque sont désormais elles aussi dans le domaine romain. Mais a-t-on pour autant une prise en main directe sur les exploitations ? Les données conduisent plutôt à penser que l'intérieur de la chaîne est resté à l'écart des préoccupations romaines (Rico 1997, 138-139). Des sites miniers, exploitant de la galène* argentifère comme à Palouma et Séras, auraient cependant pu motiver des interventions ponctuelles dans des secteurs reculés.

Les cas avérés de prise en main italienne de l'exploitation

Deux fouilles ont révélé l'implication directe d'Italiens dans l'exploitation minière à des dates hautes. La première est celle du site des Martys, avec les ateliers du Grand Ferrier et de Montrouch, et la seconde celle de Lascours, agglomération au pied du district minier du mont Faulat. Dans le cas de Lascours, les données sont les plus abondantes et ne laissent pas de place au doute : épigraphie, urbanisme et culture matérielle présentent un faciès typiquement italien. L'épigraphie en particulier, avec des marques en caractères latins sur des tessères en plomb et sur des *tegulae*, indique qu'une "société des mines d'argent du pays rutène" exploitait ces mines (Barruol & Gourdiole 1982 ; Landes 1989 ; Gourdiole & Landes 2002, 271). L'occupation du site s'étend de la fin du IIe siècle av. n. è. au premier tiers du Ier siècle de n. è. (Gourdiole & Landes 2002, 274). Outre l'épigraphie, on signalera des éléments architectoniques provenant de constructions monumentales (probablement spoliées dès l'Antiquité), le réseau d'assainissement et des petits thermes privés qui sont parmi les plus anciens de la Transalpine (Gourdiole & Landes 2002, 275-277). Enfin, des meules en basalte de type pompéien, importées d'Ombrie, ont été identifiées sur ce site. Elles constituent un argument de poids, en parallèle à la forte proportion de céramique importée, en faveur d'une installation d'Italiens sur place dès la fin du IIe siècle av. n. è. (Gourdiole & Landes 1998, 57-61 ; Gourdiole & Landes 2002, 277-278).

Les Italiens de Lascours exerçaient un contrôle sur l'exploitation qui avait lieu sur les sites proches à la même période. Des déchets miniers dans certains remblais de l'agglomération montrent la relation entre ce site et l'extraction minière. Des indices d'une présence italienne sur les sites miniers ont aussi été mis en évidence lors de fouilles à Bournac. Il s'agit de graffiti en latin sur de la céramique commune locale associée à du mobilier permettant de placer l'occupation au cours du Ier siècle av. n. è. (Gourdiole & Landes 2002, 278). Le mobilier provient d'un dépotoir correspondant à un habitat proche non localisé précisément. Il indique une participation directe du personnel italien à l'exploitation minière et pas seulement un contrôle extérieur sur l'activité.

Cette présence italienne semble avoir été précédée de l'entrée en scène d'individus ibères, identifiés par des graffiti en caractères ibériques sur des céramiques de la deuxième moitié du IIe siècle av. n. è. sur le site de Mange-Hommes (Léchelon 2011, 251 et 269). Les raisons de cette présence ibère sur place ne sont pas connues. Comme l'indique B. Léchelon, on peut se trouver face à des personnes qui agissent au nom de négociants italiens, comme cela a été proposé pour les

marques ibériques peintes sur amphores de Vieille-Toulouse. Une autre option est celle de travailleurs qui se déplacent pour des raisons économiques, comme cela a pu être avancé pour les Celtibères identifiés sur le site de La Loba dans le sud de l'Espagne (Léchelon 2011, 269-270).

Peu de sites miniers de ce secteur ont été étudiés dans le détail, mais les prospections et les sondages réalisés montrent que le site de Lascours ne centralisait pas la production du métal : plusieurs ateliers du Ier siècle av. n. è. ont été identifiés à proximité de différentes mines (Barruol & Gourdiole 1982, 79 ; Léchelon 2011, 248-249 et 251). Le schéma d'exploitation est donc resté dispersé malgré l'existence d'une société minière. D'autre part, G. Soricelli a proposé que la mention épigraphique *Soc*(*ietas*) *Arc*(*entifodinarum*), relevée sur une tessère, ait désigné une société différente de celle utilisant la marque *soc*(*ietas*) *arg*(*entifodinarum*) *rot*(*enensium*), plus couramment attestée (Soricelli 1994, 238-239). Le schéma d'exploitation dispersé pourrait alors refléter le partage des ressources entre plusieurs sociétés.

En ce qui concerne les ateliers des Martys, nous avons vu dans la première partie que le faciès céramique indiquait une présence italienne forte, dès le deuxième quart du Ier siècle av. n. è. et peut-être un peu avant. Le marquage de vases céramiques de production locale en caractères latins, l'approvisionnement en céramique de cuisine italique ou encore la proportion élevée de certains éléments importés (parois fines, amphores) définissent ce faciès caractéristique qui ne peut s'expliquer que par un lien très direct avec les circuits commerciaux italiens (Benquet *et al*. 2016, 214-215). Comme à Lascours, des moulins pompéiens importés de la région d'Orvieto ont été identifiés dans les ferriers* associés à du mobilier du Ier siècle av. n. è., aux côtés d'autres moulins à bras de production locale (en granite) ou régionale (en basalte d'Agde)[4]. Le mobilier indigène est lui aussi présent ; il ne s'agit pas d'imaginer une implantation italienne coupée de toute relation avec la population locale. Le contrôle de la production, et donc de ses bénéfices, ne semble toutefois pas se trouver entre des mains gauloises. Le numéraire en circulation sur le site conduit à la même conclusion. Parmi les monnaies pré-augustéennes, on note l'absence presque totale de monnaies locales : ni monnaies à la croix, ni bronzes languedociens de Béziers, des *Neronken* ou des Longostalètes (Benquet *et al*. 2016, 234). Ce profil rappelle celui de Narbonne. Il se différencie aussi d'un site d'habitat groupé situé à quelques kilomètres au sud des Martys (Lacombe/Le Joncas, Lastours), où les monnaies locales du Ier siècle av. n. è. sont présentes (Berdeaux – Le Brazidec, Feugère 2006, 26). Aux Martys, à part un exemplaire régional de petit bronze au taureau passant et un bronze de Marseille, les monnaies proviennent de Rome ou de la péninsule Ibérique. Cette circulation monétaire qui semble déconnectée du contexte régional indiquerait un contrôle de l'approvisionnement monétaire par les autorités romaines, qui va d'ailleurs être encore mieux perçu pour les phases postérieures de l'activité (Geneviève 2016, 235). Le nombre de monnaies, relativement élevé pour un site qui n'est pas un centre urbain important ou une place commerciale, serait aussi un indice de la présence d'ouvriers salariés sur le site (Geneviève 2016, 236).

Le Grand Ferrier et Montrouch ne représentent que deux ateliers dans un district qui en compte plusieurs dizaines à la même période. Certains d'entre eux étaient peut-être gérés par des entrepreneurs locaux, ainsi peut-être que les mines (ou une partie d'entre elles). Les données disponibles à l'heure actuelle ne permettent pas de se prononcer, mais tendent vers un schéma où le contrôle de Rome, direct ou indirect, était particulièrement prégnant dès la première moitié du Ier siècle av. n. è. Au sujet de la coexistence de moulins pompéiens et de meules de production locale et régionale, on pourra noter que les moyens nécessaires pour se procurer l'un ou l'autre de ces types, comme les réseaux commerciaux à connaître, n'étaient pas les mêmes. Cela pourrait constituer un argument, certes fragile, illustrant le partage de l'exploitation entre des entrepreneurs italiens et indigènes.

Un dernier exemple de Gaule sera le cas de la mine de Pioch-Farrus IV. Deux inscriptions en latin ont été identifiées à l'intérieur du réseau, tracées chacune à l'intérieur du négatif laissé par une pointerolle sur la paroi. La première indique le nom *Gaius* et la seconde *Aur*(*elianus*) ou *Aur*(*elius*). Elles sont toutes deux suivies de quatre traits verticaux (Bailly-Maître *et al*. 1984, 334). L'utilisation du négatif de la pointerolle comme d'un cartouche pourrait révéler un système de comptage du minerai extrait et de suivi de l'avancement de l'exploitation. L'étude paléographique permet de dater ces inscriptions entre la fin du Ier siècle av. n. è. et le Ier siècle de n. è. sans plus de précision (Bailly-Maître *et al*. 1984, 336). L'usage du latin à cette période n'a pas les mêmes implications que dans les cas des graffiti sur céramique de Lascours ou des Martys, alors considéré comme précoce, mais ces noms correspondent bien à l'onomastique italienne, et non pas gauloise.

Des parallèles directs peuvent être faits avec la situation de la péninsule Ibérique, mieux connue par les sources et l'épigraphie. L'implication d'Italiens dans l'exploitation minière a été très rapide au début du IIe siècle av. n. è. comme l'indique un texte de Diodore (*Bibliothèque Historique*, V.36.3),

4 Il avait été proposé que ces moulins aient pu servir à broyer des scories (Oliva *et al*. 1999, 377-379). Des analyses plus récentes conduisent à écarter cette possibilité et à confirmer qu'il s'agissait de moulins à grain (Coustures *et al*. 2016, 336-337).

à la suite de la victoire romaine lors de la deuxième guerre punique. Au cours du IIe siècle av. n. è., peu de données sont disponibles sur le fonctionnement de cette activité, les mentions épigraphiques devenant fréquentes à partir de la fin de ce siècle et surtout au Ier siècle av. n. è. On sait cependant que l'exploitation des mines a été réglementée par Caton en -195, avec la mise en place de taxes au profit de Rome (Domergue 1990, 141-142). Le régime d'exploitation devait correspondre à celui de l'*occupatio* (Mateo 2001, 62-65), c'est-à-dire qu'une simple déclaration par l'exploitant auprès du gouverneur de la province et le paiement de la redevance indiquée étaient suffisants (Rico 2010, 405-406 ; Orejas & Rico 2015, 524).

Des sociétés anonymes ayant pris pour dénomination la région dans laquelle elles se trouvent ou le nom du métal produit, comme c'est le cas à Lascours, sont connues en Sierra Morena et dans le sud-est de la péninsule, dès la fin du IIe siècle av. n. è. et tout au long du suivant, certaines perdurant après la période augustéenne (Domergue 1990, 259-263 ; Rico 2010, 397-400). On pourra citer les exemples de la *S*(*ocietas*) *C*(*astulonensis*), ayant exploité la mine de El Centenillo (Jaén) et les ateliers proches, ou encore la *societas argentariarum fodinarum Montis Ilucronensis Galena*, active dans le district de Mazarrón. Disposant de moyens financiers (et donc techniques et humains) vraisemblablement très importants, elles ont pu se lancer dans l'exploitation des secteurs situés plus à l'intérieur des terres, où la sécurité des intérêts de Rome n'est assurée que vers la fin du IIe siècle av. n. è. (Arboledas Martínez *et al*. 2018, 37). La dispersion des gisements en Sierra Morena contraignait également à mobiliser des moyens plus importants car l'entreprise devait pouvoir gérer l'ensemble de la chaîne opératoire, de la prospection sur de vastes étendues à la production de métal, en passant bien sûr par l'extraction minière (Rico 2010, 408). La société qui était à la tête du site minier et métallurgique de La Loba autour de -100, avec un caractère italien marqué, contrôlait ainsi l'extraction de minerai et la production du métal (Domergue & Sillières 2002, 388). Elle avait les moyens de salarier des ouvriers et avait probablement des relations avec les élites de la ville de Castulo, qui pouvaient lui fournir du personnel spécialisé dans l'exploitation minière et sans doute un relai local pour la production monétaire nécessaire au paiement des salaires (Chaves Tristán & Otero Morán 2002, 208). Des entreprises individuelles sont connues dans ce secteur à partir de la fin du Ier siècle av. n. è.

D'un autre côté, des entreprises qui pouvaient être de plus petite envergure, individuelles ou réunissant quelques associés, sont attestées dans le secteur de Carthagène dès la fin du IIe siècle av. n. è. par l'épigraphie (Domergue 1990, 258-259 et 264-268). Le contexte de l'installation était différent. Les mines de ce secteur étaient déjà exploitées par les Carthaginois, selon les indications de Diodore de Sicile (*Bibliothèque historique*, V.38.4), et ces territoires ont été rapidement sécurisés pour les Romains. Des négociants italiens ont alors rapidement pu reprendre les exploitations déjà en activité, en profitant du système déjà en place, sans avoir à connaître eux-mêmes le monde de la mine ou de la métallurgie (Rico 2010, 407-408). Une autre particularité de cette forme d'exploitation par des sociétés individuelles est le morcellement de l'activité en exploitations nombreuses, illustré par la variété des timbres identifiés sur les lingots provenant de ce district. Ce morcellement se retrouve aussi dans une division de l'activité au long de la chaîne opératoire entre mineurs et métallurgistes. Des ateliers de métallurgie primaire peuvent se trouver au sein de la zone minière (par exemple, le site du Cabezo del Pino, La Unión), mais les plus importants se trouvaient à l'écart des mines, proches de la côte et du port de Carthagène, qui permettait de diffuser la production (Rico 2010, 403-404 ; Antolinos Marín & Rico 2012). Cette répartition de l'exploitation entre une multitude d'acteurs ressemble plus à ce qui a été observé dans la Montagne noire pour les exploitations sidérurgiques. Le manque de données sur les mines ne permet pas de savoir si l'on avait aussi une segmentation entre mine et métallurgie ou si certains entrepreneurs contrôlaient toute la chaîne opératoire.

L'installation d'une société anonyme à Lascours pourrait s'expliquer, comme dans le cas de la Sierra Morena, par le contexte plus difficile auquel auraient dû faire face les entrepreneurs italiens. En effet, le district minier de la haute vallée de l'Orb se trouve à la limite du territoire des Rutènes, indépendants de la province de Transalpine (Pailler 2011b, 210 et fig. 1). Si l'installation d'Italiens a été possible dès la fin du IIe siècle av. n. è., c'est que ce territoire était effectivement rattaché à la province, ces modes d'exploitation par des sociétés s'appliquant à l'*ager publicus* romain (Gourdiole & Landes 2002, 280 ; Orejas & Rico 2015, 524). Mais sa localisation dans un secteur reculé, en limite d'un territoire soumis à Rome depuis peu, pouvait rendre nécessaires des moyens plus importants pour asseoir le contrôle d'exploitations qui avaient démarré dans un contexte d'indépendance gauloise[5]. Dans la Montagne noire, les ateliers fouillés aux Martys voient leur activité démarrer quelques décennies plus tard : les traces sont ténues avant -80, l'occupation principale démarre entre -80 et -70. Au cours des trente à quarante ans écoulés depuis le démarrage de l'occupation de Lascours, la présence romaine s'est renforcée,

5 On rappelle que les mines du mont Faulat ont livré du mobilier datant du milieu du IIe siècle av. n. è.

le démembrement des Tectosages a conduit à affirmer un peu plus l'autorité de Rome et à pacifier les territoires provinciaux. D'autre part, on ne se situe pas, contrairement au cas de la Sierra Morena, à des centaines de kilomètres à l'intérieur des terres par rapport au point d'ancrage romain que constitue la colonie de Narbonne. Il était alors plus facile, pour des exploitants individuels ou en petite société de s'investir dans la production sidérurgique du bassin de la Dure. Le nombre de ferriers* anciens aux dimensions modestes et le fait que deux ateliers à l'organisation différente se trouvent à faible distance l'un de l'autre va dans ce sens. Si la déconnexion entre la gestion des ateliers et des mines s'y ajoutait, cela serait également cohérent avec des petites sociétés n'ayant pas les moyens de gérer l'exploitation de tout un district, pour les phases les plus précoces.

Les arguments en faveur d'un maintien dans l'orbite gauloise

Pour les mines hispaniques, il est admis que l'aristocratie ibère a pris part à l'exploitation des ressources minières aux côtés de ces entrepreneurs italiens, bien que les témoignages en soient moins nombreux (Rico 2010, 395 ; Arboledas Martínez *et al*. 2018, 41). Dans les districts miniers du Sud-Ouest, la question de l'identité des exploitants se pose en particulier pour ceux qui se trouvent dans les limites de la Transalpine, actifs avant le milieu du Ier siècle av. n. è. Le manque de fouille importante sur les ateliers ou les habitats miniers (hormis les exemples présentés ci-dessus) et l'absence de mentions épigraphiques limite les possibilités d'interprétation. Force est tout de même de constater le maintien au moins jusqu'à la conquête césarienne, si ce n'est jusqu'à Auguste, des structures et réseaux indigènes. Les sites qui jalonnent la voie entre Narbonne et Toulouse en sont des exemples (Passelac 2002 ; Hiriart 2015, 303). En dehors de cet axe majeur et à l'écart du littoral méditerranéen, les sites gardent d'ailleurs un profil indigène. Nous avons aussi indiqué que les techniques minières observées dans les mines à partir du IIe siècle av. n. è. ne présentaient pas de caractéristiques foncièrement différentes des exploitations antérieures. La continuité dans les techniques ou leur évolution suite à une pratique longue et continue ne requiert pas d'intervention extérieure. Cependant, cette même continuité technique a été remarquée dans le district ibérique de Baños de la Encina, alors que la prise en main par des Italiens est connue par l'épigraphie (Arboledas Martínez *et al*. 2018, 37). L'argument de la technique est donc à utiliser avec précaution.

Un autre élément qui peut montrer que les populations locales ont gardé un contrôle sur les mines et leur production se trouve dans la frappe de monnaies indigènes. Pour les émissions antérieures à la création de la Transalpine et aux interventions romaines sur place, la question du contrôle des mines ne se pose pas. Mais la poursuite des émissions jusqu'à la période césarienne et ponctuellement jusqu'à la période augustéenne implique un approvisionnement en métaux monétaires (argent puis cuivre et argent) pour les élites locales, qui pouvait provenir de sources variées. Même si on ne peut pas faire de lien direct entre la présence de mines sur un territoire et la frappe monétaire par les autorités qui en disposent (Parisot-Sillon & Sarah 2018, 158), posséder un accès aux ressources primaires pouvait constituer un avantage. L'analyse isotopique de deux monnaies aquitaines du type Beyrie l'a bien montré, tout comme les analyses des éléments traces sur des deniers "de Narbonne", entre autres (Girard *et al*. 2010, 239-240 ; Parisot-Sillon & Sarah 2018, 156). Pour la part de métal qui pouvait provenir plus directement des mines, plusieurs sites peuvent y être candidats. Les mines du Montaigu ont pu produire de l'argent à partir de galène* argentifère, ainsi que celles des Abères ou de l'Argenterie. Du cuivre argentifère était extrait dans le massif de l'Arize, aux Barrencs, et dans les Corbières. Pour ce dernier district, le polymétallisme incluait également des minéralisations à galène* argentifère. Bien que la chaîne opératoire permettant d'obtenir l'argent des minéralisations cuprifères ne soit pas bien connue, l'exemple de l'atelier du Camp del Oliu et les indices obtenus à Berni indiquent que le procédé pouvait être maîtrisé au moins au Ier siècle av. n. è. et probablement avant, comme présenté au chapitre précédent. Les districts à cuivre argentifère ont donc pu alimenter les ateliers monétaires utilisant l'argent ou le bronze.

Les centres émetteurs des différentes monnaies ne sont pas toujours connus avec certitude et les études analytiques comparant les signatures isotopiques des minerais régionaux aux monnaies sont assez rares. Le lien entre ces sites miniers et les ateliers régionaux ne peut donc être assuré, mais il peut être proposé. Par exemple, certaines séries des monnaies à la croix, en argent, ont été émises jusqu'au milieu du Ier siècle av. n. è., comme la série cubiste (Hiriart 2016, 152). Si la classe principale, qui se retrouve tout le long de l'axe Aude-Garonne, ne peut pas être attribuée à un seul centre émetteur, les classes secondaires, localisées dans l'aire géographique correspondant au domaine tectosage, représentent plus facilement des émissions de ce groupe ethnique (Hiriart 2016, 156). Cela montrerait que même après les opérations militaires de la fin du IIe siècle et la prise en main italienne croissante en Transalpine suite aux opérations de Pompée, l'aristocratie locale aurait pu garder une forme de contrôle sur certaines mines qui produisaient de l'argent. Dans le cas des classes secondaires de la série cubiste des monnaies à la

croix, les mines des Pyrénées ariégeoises et peut-être de la Montagne noire auraient pu alimenter ces frappes.

Un phénomène similaire peut être observé dans le Languedoc occidental, avec des émissions de monnaies en bronze depuis le milieu du IIe siècle av. n. è. au moins (Feugère & Py 2011, 305). Plusieurs centres émetteurs ont été identifiés, tous inclus dans la Transalpine à partir de sa fondation : Béziers, Ensérune, Narbonne/Montlaurès et *Ruscino*/zone roussillonnaise. Les émissions perdurent jusqu'à -75 pour la plupart de ces monnaies, mais des petits bronzes sont encore émis jusqu'à -25 par les Longostalètes (Feugère & Py 2011, 305). Les ressources régionales en cuivre ont pu avoir un rôle dans l'approvisionnement en métal pour ces émissions, au moins jusqu'à la prise en main de la province sous le mandat de Fonteius lors des guerres Sertoriennes, au vu des chronologies des monnaies. Des émissions en argent sont aussi connues dans ce secteur. Il s'agit de monnaies de petite taille, qualifiées d'oboles, dont la chronologie couvre la fin du IIIe siècle av. n. è. et tout le IIe siècle pour les ensembles de Béziers et des *Neronken* (Feugère & Py 2011, 301-302 et 306-308). Des oboles de ce type sont émises dans le Roussillon entre le milieu du IIe siècle av. n. è. et le premier quart du Ier siècle (Feugère & Py 2011, 315-316). Les mines des Corbières ont une chronologie et une situation géographique qui pourrait correspondre à ces émissions.

Dans le même ordre d'idées, l'étude menée sur les monnaies aquitaines de type Beyrie, dont la diffusion, réduite, est centrée autour de l'*oppidum* des *Benarni* (Lescar), a conclu à la possibilité d'un approvisionnement partiel auprès de l'atelier d'Hourcade, distant d'environ 40 km (Callegarin 2007, 223-225 ; Girard *et al*. 2010, 240). Le contrôle de la production de cet atelier par des populations aquitaines est tout à fait logique jusqu'à la conquête césarienne, puisque le district, bien à l'ouest de la Garonne, se trouve en dehors de la Transalpine. Le fonctionnement de l'atelier d'Hourcade continue cependant tout au long du Ier siècle av. n. è. et même un peu après, tout comme l'activité de la mine proche de Palouma. S'il n'est pas possible d'affirmer que les émissions monétaires des *Benarni* continuent après les opérations de César (bien qu'elles circulent encore), on connaît d'autres monnaies aquitaines émises dans la seconde moitié du Ier siècle av. n. è. : celles en argent et bronze argenté au nom d'*Adietuanus rex*, un chef sotiate (Callegarin *et al*. 2013, 207). Il n'est pas invraisemblable d'imaginer que des mines pyrénéennes comme celles du Montaigu aient pu fournir de l'argent à cet atelier, si elles étaient restées aux mains des populations locales. Un approvisionnement en métal depuis le Massif central avait aussi été proposé pour les émissions anciennes. C'est une possibilité toujours ouverte pour les périodes plus tardives.

Les Rutènes ont eux aussi frappé leurs propres monnaies entre le début du IIe siècle av. n. è. et jusqu'au milieu du Ier siècle av. n. è. Certaines séries qui leur sont attribuées sont caractérisées par la légende VIIRIA, parfois associée à d'autres marques (un anthroponyme, d'autres non interprétées). Cette légende pourrait correspondre au nom d'un groupe ethnique (*Veriani ou Veriati* ?) qui ne serait connu que par la numismatique et dont le territoire serait situé dans l'aire rutène rattachée à la Transalpine, dans la moyenne vallée de l'Hérault (Feugère & Py 2011, 325-326 et 330). La chronologie de l'ensemble à la marque VIIRIA s'étend principalement entre -100 et -50, mais pourrait démarrer en -125 et se prolonger jusqu'en -25 pour certaines émissions (Feugère & Py 2011, 331-334). L'annexion d'une partie du territoire Rutène à la Transalpine n'est pas bien datée, mais la période des guerres Sertoriennes semble admise par plusieurs chercheurs (Gourdiole & Landes 2002, 280 ; Feugère & Py 2011, 323 ; Pailler 2011a, 94)[6]. D'autre part, on a vu qu'une société italienne importante s'était installée à Lascours et contrôlait les mines de ce secteur dès la fin du IIe siècle av. n. è. Dans ce cas, la question de l'origine de l'approvisionnement en argent de ces émissions se pose. Or, on ne connaît pas l'ampleur du territoire minier contrôlé par la société italienne. Les mines du mont Faulat et des environs proches peuvent facilement rentrer dans ce périmètre, mais peut-être en allait-il différemment pour celles de Bouco-Payrol, Labaume, ou même Cénomes, un peu plus éloignées vers l'ouest. Sur cet aspect, on peut se tourner de nouveau vers l'exemple ibérique du site de La Loba, exploité lui aussi par une société italienne au tournant des IIe et Ier siècles av. n. è. Les auteurs de l'étude des monnaies identifiées sur le site proposent que la société italienne ait eu des relations étroites avec l'aristocratie de la ville de Castulo, qui pouvait se prévaloir d'une expérience dans l'exploitation de gisements miniers et fournir du personnel qualifié. Cette ville émettait aussi sa propre monnaie à cette période. Une forme d'implication des élites locales dans l'exploitation aurait pu leur assurer un approvisionnement en métal, utilisé pour frapper des monnaies locales qui ont servi au paiement des salaires des ouvriers ibériques (Chaves Tristán & Otero Morán 2002, 208). On pourrait donc aussi imaginer une forme d'entente entre les entrepreneurs italiens résidant à Lascours et les élites rutènes impliquées de longue date dans l'exploitation des gisements locaux. R. Gourdiole et C. Landes (2002, 280) proposent d'ailleurs que ces mines aient constitué le trésor rutène, *aerarium rutenorum*, cité par Cicéron (*Font.* 3.4) en contrepoint au trésor du peuple romain (Pailler 2011a, 90).

6 Au contraire, P. Gruat soutient que cette séparation aurait eu lieu dès la création de la province de Transalpine (Gruat & Izac-Imbert 2002, 84).

Tout cela reste bien sûr au stade de l'hypothèse et de la proposition, mais nous montre que les situations ont pu être variées. Les décennies comprises entre la fondation de la colonie de Narbonne et la conquête césarienne demeurent une période de transition au cours de laquelle des solutions originales ont pu se mettre en place. Les données disponibles, encore ténues sur ces questions, ne permettent pas d'être affirmatif.

Le cas du district à cuivre argentifère du massif de l'Arize

Dans les mines de cuivre argentifère de l'Arize, l'activité est attestée depuis les IVe et IIIe siècles av. n. è. À l'échelle du district, sa continuité au cours du IIe siècle est mal cernée, mais probable à Hautech et au Goutil, envisageable aux Atiels. L'exploitation de ces mines s'est construite dans un cadre gaulois. L'expertise minière est disponible sur place ; le contrôle de la production est organisé par des élites locales, sans doute intégrées dans la confédération tectosage jusqu'à son démantèlement à la fin du IIe siècle av. n. è. Les circuits d'échanges assurant l'approvisionnement des mineurs et la diffusion de la production ont été structurés sans l'intervention de Rome : on ne se trouve ni sur la route Narbonne-Toulouse, ni sur la voie vers les Pyrénées entre Toulouse et *Lugdunum Convenarum* (**fig. 178**), qui prend toute son importance après la fondation de cette ville par Pompée.

Pour la période comprise entre la fin du IIe siècle et la fin du Ier siècle av. n. è., plusieurs sites d'habitat sont connus dans l'espace compris entre les Pyrénées et le Toulousain, à l'est de la Garonne (**fig. 178**), ce qui donne une meilleure idée du contexte socio-culturel dans lequel s'insèrent les mines de cette période. Les plus proches du district minier sont ceux de St-Barthélémy (Durban-sur-Arize), La Tour d'Opio (St-Jean-de-Verges) et St-Girons. St-Barthélémy et La Tour d'Opio sont des habitats de hauteur. Il est possible que le premier ait eu un rôle soit dans le contrôle de l'exploitation, soit dans la diffusion de la production. Les données concernant cette phase ancienne d'occupation sont cependant trop limitées pour préciser sa fonction, comme nous l'avons vu plus haut (partie 2, chapitre 8). On retiendra que le faciès matériel connu ne présente pas de particularités par rapport aux sites gaulois régionaux. Le site de la Tour d'Opio a pour sa part été fouillé lors de plusieurs campagnes, mais l'arasement extrême des structures ne permet pas de le caractériser correctement (Séguier 1987). Le mobilier présent sur le site permet de dater une occupation entre la fin du IIe siècle av. n. è. et la fin du siècle suivant, après une première fréquentation diffuse au premier âge du Fer (Carozza 1987 ; Séguier 1987). Sept monnaies ont été trouvées sur ce site. Trois ont pu être identifiées : il s'agit d'un bronze de Marseille au taureau cornupète, d'une monnaie à la croix avec un dauphin au droit et d'un as de Janus Bifrons à légende ROMA (Carozza 1987). Le corpus est faible mais ne laisse pas apparaître de relation particulière avec Rome à date haute. À St-Girons, les vestiges de la période sont ténus. Des tessons d'amphores ont été trouvés autour de la confluence du Salat et du Baup. Des amphores entières de type Dr 1A et 1C ont aussi été trouvées dans la cave d'une maison, comblant sans doute un ancien fossé (Dieulafait 2014). Une zone de 250 m de long pour 150 m de large livre des vestiges correspondant à un habitat de plaine.

Le mobilier retrouvé sur ces sites montre leur inclusion dans les réseaux commerciaux de la période. Les céramiques communes de la Tour d'Opio montrent l'ancrage local et régional des habitants de ce site, qui importent du mobilier qui n'a rien de particulier dans cette région à cette période (amphores Dr 1A et B, Campanienne A et B, pâtes claires italiques ou ibériques, amphores Pascual 1 pour la fin de la période). Les sites de Mirepoix, Pamiers ou encore Le Mayné (Bélesta), occupés eux aussi entre la fin du IIe siècle av. n. è. et le Ier siècle av. n. è., permettent de suivre la diffusion des produits importés. Les relations avec la plaine toulousaine et le Languedoc occidental sont bien attestées, suivant des circuits secondaires depuis l'axe Aude-Garonne (Hygounet & Rancoule 1983, 6 ; Sablayrolles 1996, 39). Le *castrum* médiéval de Montréal-de-Sos, situé plus à l'intérieur de la chaîne pyrénéenne, a livré du mobilier similaire (amphores gréco-italiques et Dressel 1A, campanienne A et B, céramique peinte ibérique), mais en position secondaire après les remaniements antiques et surtout médiévaux (Guillot 2017, 76). Si l'approvisionnement en mobilier importé était assuré dans des points en apparence aussi reculés, leur présence sur les sites du front nord du massif de l'Arize, bien plus accessibles, n'est pas en elle-même surprenante. Les deux amphores du IIIe siècle av. n. è. d'Hautech montrent d'ailleurs que les mineurs étaient bien intégrés dans les réseaux d'échanges régionaux de longue date, ils ont su s'y maintenir au fil du temps.

Au-delà de l'impression de continuité générale qui se dégage de l'ensemble, quelques éléments peuvent faire penser à des modifications dans l'organisation de l'exploitation vers le milieu du Ier siècle av. n. è. Un premier élément serait constitué par les unités de production allant de la mine au métal restituées aux Atiels, à Hautech et à Berni et ayant pu exister au Coffre et au Goutil, comme indiqué plus haut (**fig. 169**). Même si certaines de ces unités ont pu fonctionner dès la première moitié du Ier siècle (Berni, Le Coffre), le mobilier associé se rattache plutôt à sa seconde moitié. Cette organisation rappelle le schéma d'exploitation par des entrepreneurs privés décrit pour le

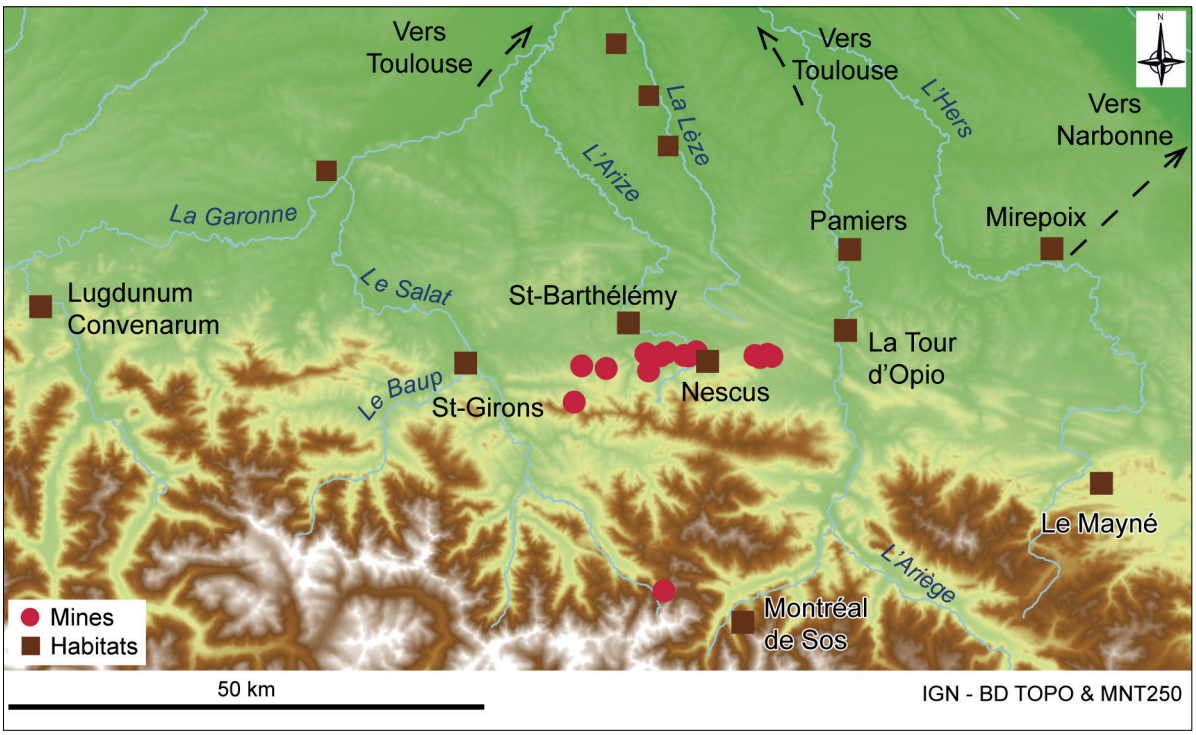


Fig. 178. Le district à cuivre argentifère de l'Arize dans son contexte entre la fin du IIe et le Ier s. av. n. è. *E. Meunier 2022*

district de Carthagène et probable dans la Montagne noire pour l'exploitation du fer. Si la présence d'Italiens est attestée dans ces deux districts, les données du massif de l'Arize ne permettent pas de l'assurer. Le contexte historique régional y est cependant favorable, et ce d'autant que ces mines ariégeoises sont faciles d'accès depuis les zones où la prise en main romaine est bien attestée (Toulousain, vallée de la Garonne, axe Aude-Garonne). Cette organisation par petites unités juxtaposées semble correspondre également à la production de fer des Corbières, au moins pour la première moitié du Ier siècle av. n. è., et peut-être à celle du Canigou. La présence d'Italiens dans ces deux derniers secteurs est assez probable, même si les données matérielles manquent pour l'assurer.

Le second aspect à prendre en considération ici concerne les techniques minières. Nous avons vu que l'utilisation de l'outil au détriment du feu pouvait être un marqueur de la période tardo-républicaine dans les mines de l'Arize. Cette modification du mode d'abattage ne correspond pas à un changement de la dureté de la roche encaissante, car dans la mine du Goutil, les deux techniques sont utilisées à deux niveaux différents dans le même chantier ou de part et d'autre d'une même cloison rocheuse. Ces changements correspondent bien à des phases de travail différentes (**fig. 131** et **135**). Pour les Atiels, la faible extension des travaux préservés ne permet pas de savoir si le feu a été utilisé ailleurs. Des difficultés d'aérage peuvent être exclues pour le réseau du Goutil pour les mêmes raisons de coexistence des deux modalités dans les mêmes espaces. Dans le cas des Atiels, on ne connait pas la configuration du réseau ancien vers la surface. Les puits comblés identifiés ne sont pas datés, il y a donc une possibilité qu'ils aient pu servir à l'aérage s'ils sont antiques. Mais s'ils sont plus récents, la ventilation des niveaux profonds pouvait constituer une limite à l'utilisation du feu. L'épuisement des ressources boisées serait une autre explication à ce changement. C'est une possibilité, mais qui sera difficile à démontrer. On imagine d'ailleurs mal que l'ensemble du massif de l'Arize ait pu être déboisé par l'activité minière à cette époque. Une autre option est celle qui a été proposée par B. Léchelon à propos des mines de Bouco Payrol et Cénomes : le passage de l'ouverture au feu à l'ouverture à l'outil serait lié à un accès restreint aux ressources boisées pour les exploitants miniers, qui auraient été en quelque sorte contraints de préférer les outils. Un changement des règles d'utilisation des forêts pourrait avoir découlé de la prise en main par l'administration romaine des territoires de la Transalpine. L'épisode des guerres Sertoriennes a dû contribuer à la mise en place des nouvelles normes romaines, qui ont pu entraîner des changements dans la propriété du sol. Les zones minières, fournissant des ressources stratégiques, ont alors pu être incluses dans l'*ager publicus*, comme cela a été décrit pour les mines des monts d'Orb ou en péninsule Ibérique (Domergue 1990, 230-234 ; Soricelli 1994, 238-239). Si tel a été le cas pour le district à cuivre argentifère de l'Arize, il est possible que l'accès aux ressources forestières environnantes ait en conséquence été limité pour les exploitants miniers. Enfin, si l'on considère la possibilité

de l'investissement d'entrepreneurs privés italiens dans cette exploitation, on peut aussi se poser la question de l'évolution des moyens consacrés à l'exploitation, indépendamment des règles de propriété et d'usage des ressources forestières. Il a pu sembler plus pertinent à ces investisseurs de se procurer du fer pour la fabrication d'outils que de gérer l'approvisionnement en bois nécessaire à l'abattage au feu. Dans ce cadre, l'atelier sidérurgique du hameau des Atiels, qui a fonctionné entre le milieu du Ier siècle av. n. è. et la période augustéenne, pourrait trouver sa raison d'être dans la fabrication de l'outillage nécessaire aux mineurs du Goutil et des Atiels.

Pour résumer, on peut considérer que pour la période allant de la fin du IIe siècle av. n. è. au milieu du Ier siècle av. n. è., les données disponibles iraient dans le sens d'un district dont l'exploitation reste à la charge des populations locales. Aucune rupture majeure n'est visible dans la façon d'exploiter les gisements, et le mobilier lié aux habitats, même si les données sont très limitées, n'indique en rien l'insertion dans des circuits privilégiés venant de l'Italie. On peut donc supposer que l'exploitation des mines était organisée comme elle l'avait été depuis les IVe et IIIe siècles av. n. è., en incluant l'approvisionnement en bois depuis les forêts environnantes, qui pouvaient être considérées comme faisant partie du domaine minier. Que l'exploitation soit restée aux mains des populations locales au début du Ier siècle av. n. è. n'exclut pas, par ailleurs, qu'elle ait été soumise à des taxes par les représentants de l'administration romaine de la province, dans le cadre d'un système qui aurait pu être similaire à celui mis en place en péninsule Ibérique après les guerres Puniques par Caton (Domergue 1990, 241-242 ; Mateo 2001, 56-58 ; Serrano García 2010, 195).

On peut également proposer que le passage à l'utilisation préférentielle de l'outil dans le district à cuivre argentifère de l'Arize soit en relation avec plusieurs facteurs, faisant intervenir un changement dans la possession du territoire minier, mais aussi des choix différents dans la façon de gérer l'exploitation, avec peut-être l'arrivée d'investisseurs Italiens. Mais il n'est pas impossible que les exploitants locaux aient eu les moyens de se maintenir à la tête des sites, malgré l'affirmation croissante du contrôle romain sur la province de Transalpine.

En poussant la démonstration un peu plus (trop ?) loin, on pourrait proposer que l'absence de stigmates d'abattage à l'outil dans les mines d'Hautech, qui ont dû alimenter l'atelier augustéen de Sourre, soit un indice du maintien d'exploitants d'origine locale. Impliqués de longue date dans cette activité, ils auraient pu consolider leur accès aux ressources boisées ou être moins enclins à changer de technique d'abattage. Tout cela restera au stade de la supposition tant que les habitats correspondants, susceptibles d'apporter des précisions sur l'identité des exploitants, ne seront pas fouillés.

Il reste à signaler que la date du milieu du Ier siècle av. n. è. proposée pour le changement d'organisation du territoire minier est à considérer avec prudence. Les éléments chronologiques disponibles ne sont pas très précis. Le mobilier de l'atelier de Berni provient majoritairement des niveaux supérieurs des sondages, remaniés par les labours. Pour l'atelier de cuivre des Atiels, le mobilier est à rattacher aux derniers niveaux de l'atelier ou à des US correspondant à des glissements de terrain en haut de la stratigraphie. Le démarrage de son activité n'est donc pas connu. Pour l'atelier de réduction du hameau des Atiels et celui de Sourre, le mobilier semble donner plus de poids à la période augustéenne, mais les sites sont très arasés. Le changement dans l'organisation de l'exploitation du district pourrait donc s'amorcer un peu avant le milieu du Ier siècle av. n. è. Il pourrait alors être une conséquence directe de la mise à contribution des ressources de la Transalpine pour les besoins des opérations de Pompée. Enfin, si l'on cherche d'autres marqueurs qui pourraient eux aussi être en relation avec la réorganisation du district, la question de la signification des lampes à huile revient dans la réflexion. La chronologie très large des fragments de type Ricci E ne permet pas de trancher, mais les tessons de lampes à grènetis des Atiels pourraient coïncider avec le milieu du Ier siècle av. n. è. Les lampes à huile pour l'éclairage des mineurs sont de fait le seul élément technique exogène qui est introduit dans ce district au cours de la période. Les données provenant d'habitats manquent pour savoir si cette présence en mine est similaire avec les autres contextes d'occupation ou si elle s'en distingue.

Chapitre 3. Sous l'empire romain : des facettes multiples

La conquête de la Gaule par César avait permis, dès le milieu du Ier siècle av. n. è., d'intégrer tout le versant nord de la chaîne pyrénéenne dans l'orbite de Rome, après la prise de contrôle de la Transalpine, dont la haute vallée de Garonne marquait la limite. Si une nouvelle administration se met alors nécessairement en place (Goudineau 1998, 192 et 212), l'action d'Auguste un demi-siècle plus tard semble avoir eu plus d'impact dans ces régions (Rico 1997, 165 et 184). Le changement d'échelle désormais assumé, qui fait définitivement disparaître la République dans l'Empire romain, s'accompagne en effet d'une réorganisation plus profonde des territoires conquis (**fig. 179**). Les changements sont nombreux et touchent différentes sphères de la société. La fiscalité est la première des nouvelles contraintes auxquelles les peuples vaincus doivent se soumettre (France 2005, 86-89). L'urbanisme est transformé avec le développement des centres urbains qui arborent une parure monumentale renouvelée (forum, théâtres, thermes, etc.), correspondant à de nouvelles manifestations sociales. La construction en pierres vient remplacer l'architecture en terre et bois précédente, diffusant des modèles méditerranéens loin vers l'intérieur des terres. De nouveaux temples sont élevés aux dieux du panthéon romain, qui se surimposent parfois aux divinités locales par un processus de *contaminatio* (Sablayrolles 1992, 23-24). Tous ces phénomènes sont observés dans l'ensemble des régions conquises de manière relativement uniforme (Monteil & Tranoy 2008, 6-20).

L'occupation du territoire est marquée par l'apparition des *villae* qui jalonnent les espaces ruraux (Monteil & Tranoy 2008, 69-72). Elles ont pu prendre la suite d'établissements préromains ou être créées *ex nihilo* (Gruat & Marty 2000, 40 ; Mauné 2000, 242 ; Laüt *et al*. 2005, 352 ; Py 2012, 265). Les territoires des peuples gaulois sont aussi découpés ou regroupés et si les noms anciens perdurent à travers ceux des nouvelles cités, les espaces qui leurs sont attribués ne sont pas équivalents à ce qu'ils étaient avant la conquête (Christol 2009, 30). Pour la région qui nous concerne, les réformes d'Auguste se sont traduites par des regroupements de territoires et le déplacement de la frontière entre Aquitaine et désormais Narbonnaise (qui prend la suite de la Transalpine) vers l'est, le territoire des Convènes étant rattaché à l'Aquitaine (Rico 1997, 184-186 ; Goudineau 1998, 215).

En ce qui concerne l'activité dans les mines, malgré leur appartenance à ce même empire, les situations sont assez variables selon les secteurs. Nous avons évoqué plus haut l'arrêt de certaines exploitations autour du règne d'Auguste. D'autres au contraire prennent alors leur essor. Nous ferons ici le point sur ces différentes situations et sur les critères qui peuvent être déterminants pour expliquer ces variations. Mais tout d'abord, il nous faut présenter le nouveau cadre dans lequel ces exploitations prennent place, d'un point de vue administratif et économique.

Conséquences de la domination romaine sur l'exploitation minière

Les processus que nous allons présenter ici ont démarré dès le dernier quart du IIe siècle av. n. è. pour les territoires de Transalpine, du moins pour ceux qui se situent aux alentours de Narbonne et tout le long de la côte méditerranéenne, depuis le nord-est ibérique. Le rythme de la prise de pouvoir romaine a cependant été irrégulier dans le temps et dans l'espace. Les campagnes de Pompée marquent une étape importante de ce processus, suivies par celles de César pour les zones situées à l'ouest de la haute vallée de la Garonne. Ce dernier a également accordé le droit latin aux cités de Transalpine, renforçant leur intégration juridique dans le monde romain (Goudineau 1998, 191). Le choix d'utiliser le début du Haut-Empire comme curseur chronologique dans une région sous le contrôle de Rome depuis le milieu du

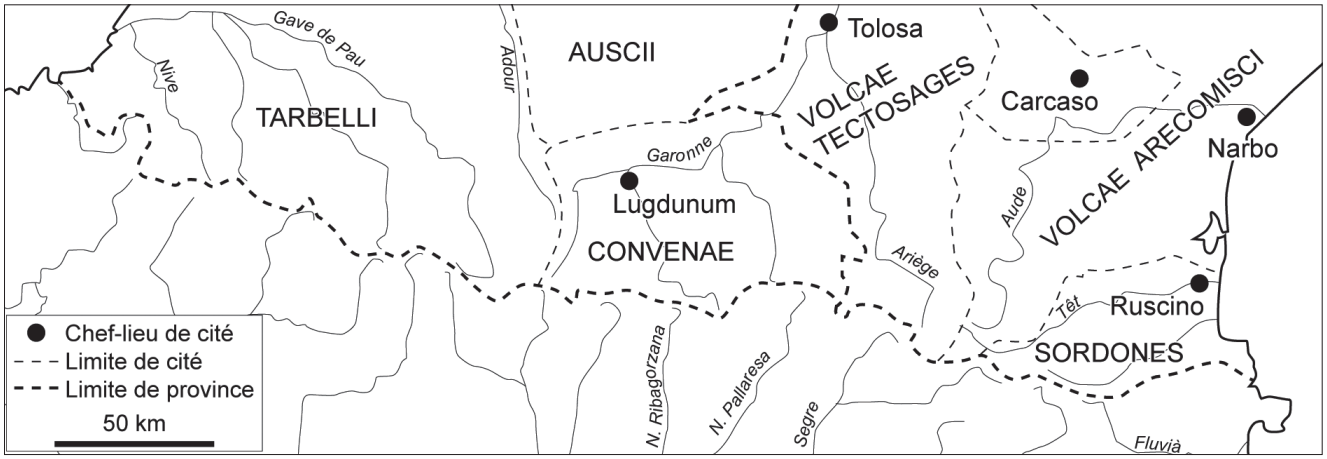


Fig. 179. Carte des cités augustéennes au nord des Pyrénées (d'après Rico 1997, carte 4). *E. Meunier 2018*

Ier siècle av. n. è. au plus tard peut sembler déplacé. Il tient au fait que la période augustéenne constitue à la fois un moment de rupture dans plusieurs districts miniers et le parachèvement de l'intégration des territoires récemment conquis, avec une réorganisation générale des provinces et plus spécifiquement des territoires miniers (Goudineau 1998, 213-215 et 228 ; Orejas *et al*. 1999, 279). Les dernières révoltes dans la zone pyrénéenne aquitaine sont également matées par Auguste en -13, après les interventions d'Agrippa en -38/-39 et de M. Valérius Messala en -30 (Goudineau 1998, 229-233).

Deux aspects ayant un rapport direct avec les mines seront traités ici. D'une part, nous ferons le point sur les règles administratives pouvant s'appliquer aux mines à partir de la période impériale. D'autre part, nous évoquerons le changement d'échelle du marché ouvert aux producteurs gaulois. Ces éléments permettent de dresser le cadre théorique dans lequel les exploitations minières prennent désormais place, cadre que l'on pourra ensuite confronter à ce que nous apprennent les données de terrain.

L'administration romaine : nouvelles possibilités, nouvelles limites

Avant de décrire plus en détail le cadre administratif de l'exploitation des mines, il faut citer deux éléments généraux qui auront aussi leur importance dans la prise en main et la gestion des exploitations. Le premier concerne ce qu'on peut qualifier de pragmatisme romain, qui a conduit le pouvoir central à utiliser les structures préexistantes pour mettre en place son administration. Cela s'est retrouvé dans la participation des aristocraties locales aux magistratures des cités, qui permettait à la fois d'accélérer la mise en place du modèle romain, mais comportait également une certaine part de continuité avec les phases précédentes (Lamoine 2009, 223-225). Cela constitue un argument en faveur du maintien de l'accès des aristocraties locales aux ressources de leur territoire, qu'elles soient agricoles, artisanales, ou minières. Cet accès se faisait cependant suivant de nouvelles règles, qui constituent le second aspect global des transformations imposées par Rome. Elles concernent la propriété du sol, qui passe désormais aux mains du peuple romain. L'exploitation du domaine public était confiée, par l'intermédiaire du Sénat, à des citoyens, contre une redevance probablement assez faible (Andreau 2010, 58). Mais toutes ces terres ne restaient pas définitivement publiques. Par exemple, les cas des déductions de colonies se traduisent par l'attribution de parcelles aux colons, prises sur l'*ager publicus*. Ces derniers en deviennent propriétaires et peuvent les cultiver. D'autres terres sont attribuées à la nouvelle cité et restent collectives. Elles pouvaient être utilisées par les colons en complément de leurs parcelles pour de l'élevage ou être louées à des personnes privées contre une redevance (Andreau 2010, 53-57). À côté de cela, l'aristocratie possède de grands domaines fonciers, exploités par des esclaves sous le contrôle d'un intendant (système dominant jusqu'au milieu du Ier siècle de n. è.) ou par des fermiers (Christol & Nony 2011, 185-186).

On se réfère ici à l'exemple de l'exploitation agricole, mais il en était de même pour les mines des territoires nouvellement conquis. Trois cas de figure étaient possibles en termes de propriété : les mines privées, les mines appartenant aux cités ou les mines du domaine public, pour lesquelles on dispose du plus grand nombre d'informations (Orejas *et al*. 1999, 277 ; Domergue 2008, 190 ; Hirt 2010, 84-93). Les modalités de leur exploitation se sont donc vues affectées par ces différents statuts.

Le fonctionnement assez libéral instauré dans les premières provinces minières conquises, en Hispanie ou encore en Gaule Transalpine, fait place à des systèmes plus divers, mais aussi plus contrôlés sous l'Empire (**tabl. 28**). Les

	Chronologie	Exploitants	Main-d'œuvre	Redevances	Application
Ferme républicaine	Période républicaine (IIe-Ier s. av. n. è.) et début du Haut-Empire	Entrepreneurs privés, seuls ou en sociétés	Esclaves, hommes libres	Levées par les publicains au profit de l'*aerarium*	Toutes les mines du domaine public. Exemples : celles de Macédoine, Espagne, Citérieure, Bétique
Régie indirecte	Haut-Empire	Entrepreneurs privés, seuls ou en sociétés	Esclaves, hommes libres	Levée par le représentant local du fisc	La plupart des mines impériales. Exemples : celles de *Vipasca*, de Dacie
Régie directe	Haut-Empire	Le fisc	Population pérégrine locale en "auto-suffisance"	Pas de redevance, tout va au fisc	Gisements spéciaux (métal, type de gisement, main-d'œuvre locale disponible). Exemple : NO de la péninsule Ibérique (provinces impériales de Lusitanie et de Tarraconaise)
Ferme "semi-publique"	IIe s. de n. è.	Entrepreneurs privés, seuls ou en sociétés	Esclaves, hommes libres	Levées par le *conductor* : le montant est remis au fisc	Attestée dans les grands districts sidérurgiques de l'*Illyricum* (Dalmatie, Pannonie, Norique) et, peut-être, dans des mines de fer de la Narbonnaise

Tabl. 28. Synthèse des modes de gestion des mines du domaine public (d'après Domergue 2008, 196).

situations sont variables selon les lieux, les métaux concernés, l'importance des districts et les intérêts de Rome, des cités ou encore de certaines grandes familles ou sociétés (Orejas *et al*. 1999, 275 ; Orejas & Rico 2015, 528).

L'exploitation minière des nouveaux territoires représente pour Rome un moyen de s'approvisionner en métaux pour les divers besoins de l'empire et de percevoir des revenus. Ces revenus proviennent principalement des taxes dont les exploitants doivent s'acquitter pour avoir le droit de pratiquer cette activité. Au début du Haut-Empire, ces taxes sont encore perçues pour le compte de Rome par des sociétés de publicains, tel que cela se pratiquait depuis que Caton avait institué des impôts sur les mines de fer et d'argent d'Hispanie (Domergue 1990, 241-242 ; Domergue 2008, 192-193 ; Orejas & Rico 2015, 524). Les exploitants étaient alors des entrepreneurs privés qui intervenaient seuls ou en association, le rôle des sociétés de publicains se limitant à percevoir l'impôt (Mateo 2001, 65).

Assez rapidement, la création du fisc impérial conduira à la levée des taxes directement par cette entité, par le biais de ses représentants dans les provinces. On passe de la ferme républicaine à la régie indirecte ; les exploitants sont toujours des entrepreneurs privés et la gestion administrative incombe à des procurateurs. Ce mode d'exploitation est le plus répandu pour les mines impériales à partir de l'époque flavienne (Domergue 2008, 192 ; Hirt 2010, 119-145). On connaît des détails de ce fonctionnement par les deux tables de *Vipasca* (Domergue 1983), un important district minier de Lusitanie. Ces tables en bronze décrivent certains aspects de l'administration du district (le *metallum vipascense*) au IIe siècle de n. è. Ce code minier est incomplet, mais il révèle une partie des règles qui régissent les relations entre les entrepreneurs et le procurateur, représentant du fisc. Ce dernier a tous les pouvoirs, de l'organisation de l'exploitation à la gestion des activités du quotidien, qui ne sont pas intégrées à l'administration municipale habituelle. C'est ainsi que les territoires miniers, les *metalla*, ont été considérés en dehors des découpages administratifs classiques tels que les cités (Hirt 2010, 48-50), ce que l'on peut également percevoir dans le district basque espagnol d'*Oiasso* (Urteaga 2014, 292). Le procurateur avait aussi la charge de veiller à l'entretien des ouvrages d'assistance collectifs, tels les travers-bancs* d'exhaure* qui desservaient plusieurs secteurs de l'exploitation (Domergue 2008, 198 ; Urteaga Artigas 2012, 216-217). Les atteintes à ces ouvrages par les mineurs étaient punies sévèrement. Dans ce cadre de la régie indirecte, tout est fait pour que les revenus soient les plus importants possibles pour Rome. À ce titre, toute activité est taxée : gestion des thermes, exploitation des scories, enregistrement des puits de mines… La liberté d'entreprendre est réelle, mais soumise aux taxes et règlements imposés par le procurateur. La population locale peut donc elle aussi profiter d'une certaine manière de l'activité économique liée aux mines. Si l'investissement dans l'exploitation elle-même, par la prise en charge d'une concession minière, n'était pas à la portée de tous, d'autres activités pouvaient concerner les franges plus modestes de la population. La possibilité de retraiter des scories, par exemple, était plus facile d'accès et autorisée y compris aux esclaves, moyennant le paiement d'une taxe, bien sûr (Domergue 1983, 91-95). Les entrepreneurs qui se lançaient dans l'exploitation d'une concession pouvaient ensuite faire appel à des ouvriers pour l'extraction, comme le montrent les contrats de travail des mines d'or de Dacie (Hoffmann 2002).

Dans certains cas particuliers, dont les mines d'or du nord-ouest hispanique sont un des exemples les mieux connus, le système de la régie directe a été mis en place. Le fisc, par l'intermédiaire d'un *procurator metallorum*, exploite les mines, avec l'aide d'ingénieurs de l'armée, et y fait travailler

les populations locales pérégrines (Orejas *et al*. 1999, 290-291 ; Sánchez-Palencia *et al*. 2006, 281-282 ; Domergue 2008, 201-202). Ce ne sont pas des esclaves : Rome ne subvenait pas à leurs besoins, la population restait autonome (Domergue 1986, 43-45). Une large partie d'entre elle était toutefois obligatoirement affectée aux mines, obligation contractée après la victoire augustéenne. Dans ce cas, pas de redevance : l'état récupérait directement tous les produits de l'exploitation. Il s'agissait d'un avantage notable pour une production d'or comme celle du nord-ouest ibérique, qui a dû alimenter les frappes d'*aurei* pour le nouveau système monétaire institué par Auguste (Domergue 1990, 377). Du point de vue des populations locales, ce système était le moins avantageux car elles ne bénéficiaient presque pas des retombées économiques de l'exploitation (Domergue 2008, 208).

Un dernier modèle administratif est attesté au IIe siècle de n. è., celui de la ferme "semi-publique". Cette forme de gestion s'est traduite par la mise à ferme par l'État du recouvrement des revenus de grands districts miniers à des particuliers, les *conductores*. Cela peut ressembler à la ferme républicaine, mais les sociétés de publicains, dont la puissance avait posé des problèmes à Rome, ont ici disparu. Les *conductores* sont chargés d'administrer les exploitations en plus de la perception des impôts, ce qu'ils font avec leur propre personnel. Cette situation semble avoir concerné uniquement, et de façon transitoire, des mines de fer. Elle est bien attestée pour celles de l'*Illyricum* (Norique, Pannonie, Dalmatie) et il est possible que des mines de fer de Narbonnaise aient aussi été sous le contrôle de l'un d'eux (Sablayrolles 1989, 159 ; Hirt 2010, 284-288).

À côté des mines du domaine public, il existe aussi des mines appartenant à des cités. Leur implication dans l'extraction minière est connue par l'épigraphie, avec notamment des timbres portant leur nom sur des lingots de plomb hispaniques. C'est le cas pour deux lingots du début de la période impériale, malheureusement perdus aujourd'hui, sur lesquels on pouvait lire *NOVA CARTHAGO*, ou encore sur un troisième COLON(i) *AVGVSTIFIRMI/FERM*[1] (Orejas & Rico 2015, 527-528). En Gaule, la cité des Ségusiaves (*Forum Segusiavorum*, Feurs) exploitait également ses gisements. Enfin, le Conseil des Gaules tirait des revenus de l'exploitation du fer, au moins aux IIe et IIIe siècles de n. è. (Sablayrolles 1989, 160). Les modalités précises d'exploitation de ces mines ne sont pas bien connues. Le recours à des *conductores* est envisageable tout comme un système de concessions pour des exploitants privés. Ces mines représentent donc avant tout une source de revenus pour les cités. Suivant la façon dont leur exploitation était gérée, cela pouvait aussi être une possibilité pour des particuliers d'y investir et d'en tirer profit.

Enfin, des mines privées ont aussi existé. Mises à part celles qui appartenaient à l'empereur en propre, et qui étaient, de fait, gérées comme les mines du domaine public de l'empire, quelques particuliers ont pu en posséder. On en connaît quelques cas par l'épigraphie, mais aussi par le récit de confiscations qui ont eu lieu sous Tibère notamment. Le cas de Sextus Marius, dont les mines se trouvaient près de Cordoue, est l'un des mieux connus (Orejas & Rico 2015, 530-531). La prise de possession par des personnes privées de certaines mines pouvait résulter d'une régularisation d'une situation préalable, héritée d'une *occupatio* remontant à la fin de la République, ou encore d'une mise en concession pour favoriser certains personnages importants. L'Empereur a aussi pu donner certaines mines à des membres de sa famille ou à certains de ses amis. Globalement, leur statut et leur mode d'exploitation ne sont pas très bien connus (Domergue 2008, 190-191).

Tous ces aspects administratifs montrent surtout les nouvelles contraintes qui pèsent sur les exploitants à partir de la conquête romaine. En contrepoint, les nouvelles possibilités offertes par la conquête dans le domaine minier sont de deux ordres. D'une part, la pacification de larges domaines a favorisé le développement du commerce et des échanges et a facilité la mise en exploitation de l'ensemble du territoire. Nous y reviendrons au point suivant. D'autre part, on voit apparaître les figures d'investisseurs privés, seuls ou en association, qui n'ont pas forcément besoin de connaître eux-mêmes l'art de la mine s'ils peuvent recruter des ingénieurs ou chefs-mineurs expérimentés. Leurs capacités d'investissement leur permettent de mobiliser une main-d'œuvre salariée ou esclave pour mener à bien le chantier (Orejas *et al*. 1999, 280). La mine devient une entreprise comme une autre.

Le mode de gestion en régie indirecte, tout comme celui antérieur de la ferme républicaine, a aussi permis de mettre en activité de très grands districts miniers avec un investissement minimal de la part de Rome (Hirt 2010, 365-368). Ces grands districts étaient en effet composés de multiples exploitations plus ou moins importantes, prises en charge par divers entrepreneurs. La somme des moyens investis depuis diverses sources permettait de mobiliser plus facilement la main-d'œuvre nécessaire pour exploiter au maximum des districts étendus.

Dans le cas des mines exploitées en régie directe, le fait que la puissance publique dispose de la production et que les populations locales doivent assurer leur propre subsistance ne pouvait fonctionner que par la contrainte,

1 Indication correspondant à la cité d'*Astigi* (Écija, Espagne).

avec une implication de l'armée dans les secteurs concernés, comme cela fut le cas dans le nord-ouest ibérique (Hirt 2010, 186-189). Les relations sociales précédentes, basées sur le contrôle d'une aristocratie, passent à des liens que l'on peut qualifier de clientélaires vis-à-vis de Rome, dans un système où les populations sont soumises à des obligations tributaires qui prennent la forme de l'exploitation des mines (Orejas *et al*. 1999, 282-284). La nouvelle échelle de l'activité minière dépasse également largement ce qui a pu se faire aux périodes précédentes (même si les données sont lacunaires pour les phases plus anciennes), ce qui constitue une seconde caractéristique des exploitations romaines.

Le dépassement de l'échelle régionale

L'étendue du domaine de l'empire romain a permis le partage de référentiels de valeurs sur des longues distances, notamment grâce à la généralisation de l'outil monétaire. Combiné au développement et à l'entretien d'un réseau routier performant, cela a conduit à une intensification massive des échanges commerciaux à l'échelle de l'Empire, favorisés par la pacification de larges territoires. Ces échanges n'ont pas fonctionné seulement de l'Italie vers le reste du monde, loin s'en faut. Les provinces deviennent des centres de productions qui peuvent concurrencer les régions productrices d'origine (Christol 2010, 551). Ainsi, le sud de la Gaule était avantagé par sa position au carrefour entre l'Italie, la péninsule Ibérique et les provinces septentrionales des Gaules et de la Bretagne. Des productions de vin et de céramique y prennent le relais des centres italiens ou hispaniques. On retiendra l'exemple de la production de sigillées sud-gauloises, qui sont diffusées dans tout l'empire jusqu'au début du IIe siècle de n. è. (Vernhet 1986, 102 ; Génin & Schaad 2007, 353). Les sites de La Graufesenque (Millau, Aveyron), Montans et Bram sont les trois principaux producteurs du Sud-Ouest (Bémont & Jacob 1986 ; Lequément 1987 ; Martin 2005). De même, la production de vin, attestée dès le début du second âge du Fer autour de Marseille ou aux alentours de *Lattara*, s'étend à l'Aquitaine, au cours du Ier siècle de n. è. (Monteil *et al*. 1999, 115-118 ; Vernou & Berthault 2005, 389 ; Py 2009, 224). Enfin, la diffusion des marbres extraits des Pyrénées centrales est attestée dans tout le sud-ouest de la Gaule (Fabre & Sablayrolles 2002, 69-70).

Le prisme de l'artisanat permet d'observer l'adoption de techniques communes à l'échelle de l'empire ou au contraire le maintien de modes opératoires particuliers. À ce titre, la céramique, dont la production peut être domestique ou spécialisée, permet d'observer ce double phénomène. Ainsi, on constate de façon concomitante la production et l'utilisation de céramiques d'inspiration méditerranéenne et de céramiques de tradition locale, issues de répertoires préexistants. Dans la catégorie des vases fins, les sigillées deviennent le marqueur de la période romaine à travers tout l'empire, prenant la suite des céramiques à vernis noir. Leur technique de fabrication, tout comme le répertoire formel, est importé depuis les zones de production primitives, en Italie, par des déplacements d'artisans qui en connaissaient la pratique (Réchin 2013, 162-163). Les imitations en céramique locale de formes méditerranéennes ou encore le remplacement des pots ouverts par des cruches en pâte claire sont d'autres exemples de l'intégration de pratiques similaires à vaste échelle. Pour les céramiques communes, les choses sont plus variables et permettent d'identifier des faciès régionaux. Par exemple, le narbonnais est caractérisé depuis la seconde moitié du Ier siècle av. n. è. et jusqu'au IIIe siècle de n. è. par une production de céramique commune sableuse oxydante dont l'aire de diffusion s'étend des alentours de Béziers à l'est au seuil de Naurouze à l'ouest (Sanchez 2009a, 491-492). En termes de technique de façonnage, les céramiques modelées peuvent encore côtoyer les céramiques tournées, et elles restent même majoritaires dans le bassin de l'Adour (Réchin 2013, 170). L'utilisation du tour est cependant dominante dans le reste de l'espace abordé ici. Ces changements, amorcés dès la fin du IIe siècle av. n. è. pour les territoires de Transalpine, concernent désormais l'ensemble de la Gaule.

Produire pour alimenter un marché aussi vaste ne peut pas se faire dans les mêmes conditions que lorsque l'on s'adresse à une clientèle régionale. L'exemple en est donné pour l'exploitation des forêts pyrénéennes qui doit répondre à de nouveaux besoins. Les nouveaux bâtiments publics requièrent des pièces de charpente de grande taille qui impliquent un choix particulier des essences utilisées, des modes de débitages spécifiques et une organisation du transport vers les villes à plus longue distance que dans un cadre de production locale. Les grandes quantités de charbon nécessaires aux activités quotidiennes des populations urbaines suscitent également un changement d'échelle pour le charbonnage et l'exploitation forestière (Sablayrolles 1992, 24). L'organisation de la production évolue ainsi sous l'impulsion romaine pour atteindre des niveaux inégalés auparavant. La rationalisation des modes de production est une des caractéristiques de cette période. Les infrastructures aussi doivent évoluer. Les grands ports et les points de rupture de charge sur les itinéraires terrestres deviennent des plaques tournantes qui centralisent les marchandises, d'où elles repartent dans des réseaux de distribution secondaires. Le port de Narbonne est l'un de ces centres. Particulièrement actif depuis la fondation de la colonie en -118, il garde une place majeure dans les circuits à longue distance malgré la position dominante de l'axe rhodanien

à partir d'Auguste (Christol 2010, 48-49). Cette gestion de flux, dont les provenances et les destinations sont diverses, impose aussi une organisation particulière du stockage. Cela a été souligné pour le commerce du fer en partance de Narbonne, qui est issu des différents districts producteurs à cette période, tels la Montagne noire ou les Corbières (Rico 2011, 56).

La question de la place laissée aux productions régionales ou locales est moins bien cernée. On ne peut bien sûr pas considérer que tout ce qui circulait et s'achetait dans l'Empire ne provenait que du commerce à longue distance. Les productions locales de céramique évoquées ci-dessus en sont un des exemples (Andreau 2010, 178-180). En ce qui concerne le métal, les données sont particulièrement inégales entre les vestiges du grand commerce et ceux reflétant une production à petite échelle. Il apparaît en effet clairement qu'un commerce de métaux intensif a eu lieu entre les grandes régions productrices de la péninsule Ibérique et les zones accessibles depuis la Méditerranée nord-occidentale pour les non-ferreux entre le Ier siècle av. n. è. et le IIe siècle de n. è. Lingots de plomb et de cuivre sont très souvent retrouvés dans les épaves de cette partie de la Méditerranée (Laubenheimer-Leenhardt 1973 ; Jézégou *et al*. 2011 ; Domergue & Rico 2014). Dans ces conditions, jusqu'à quel point l'exploitation de gisements dans les petits districts non-ferreux pyrénéens a-t-elle pu conserver son intérêt face à cette production intensive ? La réponse n'est pas immédiate et nous allons voir qu'elle a été différente selon les secteurs. Parallèles ou oppositions avec l'exploitation des districts sidérurgiques demandent également à être mis en évidence.

Les mines du Sud-Ouest : des destins divers

Si les exploitations des IVe et IIIe siècles av. n. è. étaient jusqu'à très récemment largement méconnues et celles de la période tardo-républicaine surreprésentées, les mines du sud-ouest de la Gaule de la période impériale présentent une image contrastée. Des sites de cette période sont connus tout au long de la chaîne Pyrénéenne ainsi que dans les Corbières et la Montagne noire (**fig. 180**), mais ils renvoient à des réalités plurielles. Dans certaines mines, on assiste à la prolongation de l'exploitation antérieure alors que d'autres sites démarrent leur activité à cette période. Un grand nombre de mines exploitant les non ferreux sont au contraire abandonnées. Cette variabilité des situations reflète les adaptations entre le cadre théorique du fonctionnement de l'Empire romain et les réalités locales auxquelles il s'adapte. Alors que l'on aurait pu s'attendre à une uniformisation des pratiques après la prise en main de l'ensemble de la région par la puissance romaine, on se retrouve au contraire, dans le domaine minier, face à une multiplicité de situations qui oblige à décomposer les modalités d'exploitation.

Le Pays basque : un nouvel essor

Le Pays basque est une exception par rapport à l'ensemble des secteurs miniers du Sud-Ouest. C'est en effet le seul dans lequel l'investissement dans l'exploitation minière est généralisé, que cela concerne la production sidérurgique ou des non-ferreux. Ces investissements s'accompagnent dans plusieurs cas de la mise en œuvre d'une nouvelle façon d'aborder les gisements, avec le percement de travers-bancs* pour faciliter la circulation des mineurs et l'exhaure* selon les cas. Les exemples des mines de Banca et du district d'*Oiasso* sont significatifs du recours systématique à cette technique. L'équipement des nouveaux travaux avec ces ouvrages d'assistance est prévu dès leur démarrage à Banca. À Larla, la présence de travers-bancs* permet également de rejoindre la partie basse des travaux anciens. Pour les mines de Mehatze, une descenderie en travers-banc* vient compléter l'équipement de cette mine ouverte au cours des deux siècles précédents. La présence de niches à lampes est associée à ce type d'ouvrages d'assistance.

Dans le district d'*Oiasso*, la réalisation du long *cuniculus* (travers-banc* d'exhaure*) de la mine d'Arditurri est mise en relation avec la présence d'ingénieurs romains. Les vestiges d'empreintes de boisage pouvant correspondre à un mécanisme de pompage de la mine de Belbio vont aussi dans le sens de la présence sur place de personnel technique hautement qualifié. Sont-ce les mêmes ingénieurs qui sont à l'origine de l'adoption de l'exploitation par des travers-bancs* dans les mines de Banca, Mehatze ou Larla ? Ou y a-t-il simplement eu des contacts entre les responsables de ces différentes mines ? On ne peut se prononcer avec les données actuelles, mais ces trois mines du versant nord et celles du district d'*Oiasso* montrent une même façon de concevoir l'exploitation comme une activité qui va se développer sur le long terme, attestée, dans l'état actuel des connaissances, à partir de la période augustéenne. Ces ouvrages d'assistance, s'ils peuvent paraître au départ un investissement non productif, sont en fait nécessaires pour le développement d'une exploitation d'envergure qui s'inscrit dans la durée. La rentabilité future en sera améliorée car le transport des matériaux (riches et stériles) entre la mine et l'extérieur sera facilité et les problèmes d'inondation des chantiers, qui bloquent l'exploitation, seront en principe évités. Ces investissements ne sont pas réservés à un type de métal en particulier puisque les mines dans lesquels les travers-bancs*

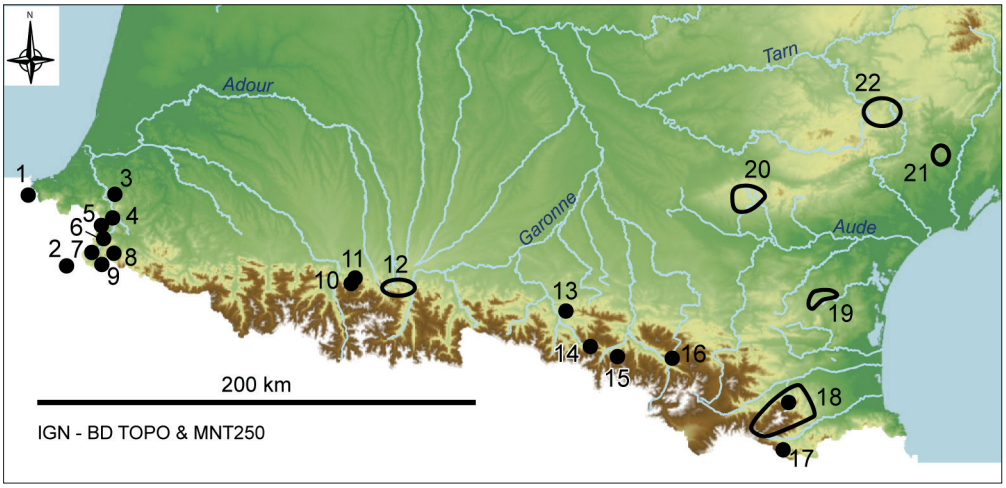


Fig. 180. Mines impériales du sud-ouest de la Gaule. **1.** District d'Oiasso ; **2.** Lantz ; **3.** Ursuya ; **4.** Larla ; **5.** Aintziaga ; **6.** Banca ; **7.** Errola ; **8.** Mehatze ; **9.** Haira ; **10.** Palouma ; **11.** Hourcade ; **12.** Hautes Baronnies ; **13.** Rivèrenert (fer) ; **14.** L'argentière ; **15.** Lercoul ; **16.** L'Assaladou ; **17.** La Collade de Bernadell ; **18.** District du Canigou et Baillestavy ; **19.** Plateau de Lacamp ; **20.** District sidérurgique de la Montagne noire ; **21.** District de Cabrières ; **22.** Haute vallée de l'Orb. *E. Meunier 2022*

ont été repérés ont produit du plomb argentifère, du cuivre et du fer. Il n'y avait donc pas un métal qui méritait plus qu'un autre des investissements lourds, la rentabilité était possible (du moins attendue) pour tous ces métaux.

Cette façon d'exploiter les mines, où la gestion à long terme prévaut sur l'obtention de bénéfices immédiats, ne peut être mise en place que par des investisseurs dont la situation économique est solide. Pour le district d'*Oiasso*, M. Urteaga souligne la planification générale de l'exploitation du district, avec des infrastructures minières, viaires et portuaires qui forment un ensemble cohérent facilitant la mise en valeur de la production (Urteaga Artigas 2012, 217). Dans le cas de la mine de Larla, A. Beyrie conclut que la gestion globale et la mobilisation des moyens nécessaires à un exploitation de cette envergure doit être "l'œuvre d'une fédération autochtone, ou encore celle d'un pouvoir fort, celle de la province ou de la cité des Tarbelles" (Beyrie 2003, vol. 1, 207). Des propositions similaires pourraient être faites à propos de l'exploitation de Banca, où des indices d'une organisation en concessions ont été mis en évidence. Pour tous ces sites, la production pouvait largement dépasser les besoins locaux.

Cela contraste avec ce que l'on observe dans les mines de plus petite envergure, telles Monhoa ou Jara. Les dates radiocarbone de ces sites atteignent le Ier siècle de n. è., mais il s'agit au mieux des dernières années de l'exploitation de ces mines, qui suivent plus strictement les minéralisations et ne montrent pas d'investissement majeur. Ce type de travaux est accessible à des entrepreneurs dont les moyens sont plus limités. Pour la sidérurgie, les ateliers d'Errola, dont l'activité se poursuit depuis le IIe siècle av. n. è., et ceux d'Ursuya, datés entre les Ier et IVe siècles, correspondent eux aussi à une production plus modeste (Beyrie 2003, vol. 1, 151 et 204). Toutefois, les procédés sidérurgiques sont maîtrisés aussi bien sur ces sites plus modestes que sur celui de Larla, avec l'utilisation de fours à scories écoulées dans tous les cas. Les mines d'Aintziaga et Haira sont trop mal connues pour évaluer leur importance à cette période.

Hors Pays basque : entre déclin des non ferreux et continuité des productions sidérurgiques

Les mines pour les non-ferreux du Haut-Empire sont peu nombreuses en dehors du Pays basque. Trois sites ont livré des chronologies qui couvrent le Ier siècle de n. è. : Palouma, L'Argentière et La Collade de Bernadell. Il s'agit dans les trois cas de la poursuite d'une exploitation antérieure et la part des travaux datant de cette période est mal caractérisée, voire complètement inconnue. Pour la mine de Palouma, pour laquelle on dispose des données les plus précises, les techniques employées sont dans la continuité de ce qui a été observé auparavant. La mise en place de travers-bancs* n'est pas adoptée. Les autres mines exploitant des métaux non ferreux aux périodes précédentes ont quant à elles été abandonnées au plus tard au tout début du Ier siècle de n. è., de l'Ariège à la Montagne noire.

La mine d'or de l'Assaladou est la seule mine pour les non ferreux dont l'activité démarre après la période augustéenne dans la région. L'activité s'y déroule principalement entre les IIIe et IVe siècles de n. è., dans un contexte où l'activité

minière de l'Occident romain est presque à l'arrêt (Domergue 2008, 214-215). Elle ne s'insère pas dans les schémas définis précédemment, mais correspondrait plutôt à une activité secondaire de bergers pendant les périodes d'estives, menée avec peu de moyens (Cauuet & Tămaş 2017, 220-221). En dehors de notre zone d'étude, plusieurs mines de non ferreux de la haute vallée de l'Orb montrent une continuité de l'exploitation lors de la période romaine (Léchelon 2011, 254). Certaines atteignent même les VIe et VIIe siècles. Les données sur ces phases d'exploitation ne sont pas suffisamment précises pour retracer le rythme d'exploitation après la période augustéenne, mais on ne peut pas parler d'arrêt généralisé. Pour le district de Cabrières, l'activité antique n'est pas bien connue, mais elle se prolonge au cours du Ier siècle de n. è. (Bailly-Maître *et al*. 1984 ; Ambert 1995).

Pour les exploitations sidérurgiques, au contraire, l'activité est bien attestée dans plusieurs districts entre le Ier et le IIIe ou IVe siècle de n. è. Les mines ne sont globalement pas connues, à part celle de Mas Bourras à Baillestavy, active au Ier siècle de n. è. Les reprises récentes importantes sur ce site en ont modifié la physionomie générale, mais les levés topographiques ainsi que les sondages montrent que l'exploitation ancienne a suivi la minéralisation sans attaquer le stérile, avec un accès depuis le haut, sans avoir recours aux travers-bancs*. On se trouverait donc là aussi dans une exploitation dont les techniques sont issues de la tradition régionale.

Les divers centres d'exploitation sidérurgique partagent une maîtrise des procédés de réduction, mais se différencient par le volume de leur production et la durée de l'activité. Le district sidérurgique de la Montagne noire est sans conteste le plus productif, et de très loin, avec ses 100 000 à 110 000 t de fer sur près de quatre siècles pour le domaine des Forges. Ce volume de production place ce district parmi ceux qui peuvent avoir des débouchés à l'échelle de l'empire (Domergue 2008, carte 5). Les quantités dans les autres districts pour lesquels nous disposons d'estimations semblent extrêmement basses en comparaison. Celui de Larla est le plus important après les Martys, et sa production minimale est estimée à 2 000 t de fer entre le second âge du Fer et la fin du Haut-Empire, soit pendant environ six siècles (Beyrie 2015, 131-132). En supposant une production constante (ce qui n'est pas sûr), on obtiendrait un peu plus de 300 t par siècle, soit près de 1 000 t pour le Haut-Empire. Ensuite, celui de Lercoul, dont l'activité est centrée au IIIe siècle de n. è., aurait pu produire 140 t de fer, sur un siècle à un siècle et demi.

Pour les districts pour lesquels on ne dispose pas d'estimation chiffrée, le nombre de ferriers* et leur taille offrent des éléments de comparaison. Le district des Hautes Baronnies (Ier-IVe s. de n. è.) est considéré comme modeste par les chercheurs qui l'ont étudié (Fabre *et al*. 2001, 131). Il en va de même pour ceux d'Errola et d'Ursuya, comme indiqué au point précédent, et sans doute aussi pour la production sidérurgique de Rivèrenert. Dans les Corbières, malgré le nombre de ferriers* référencés, J. Mantenant souligne la faible extension de ceux que l'on peut attribuer au Haut-Empire, dont la proportion par rapport à l'ensemble n'est pas connue (Mantenant 2014, vol. 1, 359). On se situerait alors face à une production visant des débouchés à relativement courte distance après la période augustéenne. Dans le massif du Canigou, la phase la plus active semble correspondre au Ier siècle av. n. è., qui a livré les plus grands ferriers* et les grands môles de scorie agglomérée, une organisation de l'exploitation en batteries étant également proposée (Mut & Kotarba 2007, 151). Cette activité importante se poursuit au cours du Ier siècle de n. è., mais diminue par la suite. La continuité jusqu'au IIIe siècle de n. è. est attestée seulement ponctuellement (Mut & Kotarba 2007, 154). La production de ce district peut avoir alimenté un commerce à la fois régional et à plus longue distance entre le Ier siècle av. n. è. et le Ier siècle de n. è. pour se resserrer sur une échelle régionale proche à partir du IIe siècle de n. è. (Mut & Kotarba 2007, 154).

L'importance variable de ces exploitations sidérurgiques peut être mise en parallèle avec la diversité d'échelle des exploitations du Pays basque. Les investissements dans la production du bassin de la Dure peuvent être comparés à ceux du district d'*Oiasso*. Le massif du Canigou, tout comme les mines de Banca, Mehatze et le centre sidérurgique de Larla, a lui aussi bénéficié d'investissements importants. Ailleurs, il s'agit d'entreprises plus modestes, qui ont tout de même pu avoir une importance significative localement (Corbières, Hautes Baronnies, Errola). Les exploitations plus limitées sont des exemples de la coexistence des marchés locaux et régionaux avec les grands circuits commerciaux qui ont plus souvent attiré l'attention des chercheurs (Andreau 2010, 178-179). L'aire de diffusion des productions des petits centres miniers et métallurgiques n'est pas connue. Contrairement à la céramique dont les formes et les pâtes permettent à un œil averti d'en connaître la provenance, l'origine du métal des objets du quotidien reste en règle générale inconnue. L'étude des petits sites de production primaire apporte donc quelques données sur ce sujet.

Les mines post-augustéennes : des réalités plurielles

Techniques mises en œuvre et organisation des exploitations

Dans le domaine des techniques, on observe globalement une continuité avec les phases précédentes, pour les mines dont l'exploitation se poursuit. Seules les mines les plus importantes, localisées dans le Pays basque, commencent à mettre en place de façon systématique des travers-bancs* pour l'accès aux parties basses des chantiers (descenderies inclinées) et pour l'exhaure* (galeries descendantes vers l'extérieur pour l'écoulement de l'eau, pouvant aussi servir à la circulation). À ce jour, ce type d'aménagement n'est pas recensé pour les périodes antérieures dans ce secteur. Dans les autres régions minières entre Pyrénées et Montagne noire, seuls des exemples non datés sont connus, à L'Argenterie (Rivèrenert), à La Canal (sud du plateau de Lacamp, Corbières) et aux Barrencs. Même s'ils s'avéraient être des ouvrages antiques[2], il s'agit dans tous les cas d'éléments isolés, qui diffèrent du choix effectué dans les grandes mines basques, équipées systématiquement de ces galeries d'assistance.

La question de l'origine de cette façon de travailler dans les mines, qui ne semble pas avoir été utilisée auparavant dans la région, ne peut être éludée. Pour les mines basques, leur proximité géographique et leur contemporanéité avec celles du district d'*Oiasso* conduit à faire la proposition facile de la transmission des techniques de part et d'autre de l'extrémité pyrénéenne occidentale. Dans le cas du district d'*Oiasso*, ce choix est mis en relation avec l'implication de personnel spécialisé (ingénieurs) et la possibilité d'une gestion en régie indirecte sous le contrôle d'un procurateur des mines, donc de mines publiques, par comparaison avec d'autres exemples ibériques (Urteaga 2014, 192). L'utilisation de descenderies en travers-banc* est cependant assez rare dans le reste de la péninsule. L'usage de puits a été préféré, dans les mines de la ceinture pyriteuse du sud-ouest ibérique par exemple, à partir du Haut-Empire (Domergue 1990, 420-423). Les travers-bancs* d'exhaure* sont plus courants et leur utilisation se généralise là aussi à partir du Haut-Empire, le sud-ouest ibérique recelant nombre de vestiges de ce type, également connus dans la Sierra de Carthagène et en Sierra Morena (Domergue 1990, 434). C. Domergue indique que ces ouvrages ne semblent pas avoir été utilisés dans les mines plus anciennes de l'est méditerranéen, contrairement aux puits, connus dès les XIIIe et XIIe siècles av. n. è. à Timna en Israël, mais également dans les mines du Laurion en Grèce, dès le VIe siècle av. n. è. (Morin *et al*. 2012 ; Rosenthal *et al*. 2013). En revanche, un travers-banc* d'exhaure* a été identifié dans une mine de cuivre de l'âge du Bronze de Sierra Morena, l'Arroyo del Cuezo (province de Cordoue). Diodore de Sicile (*Bibliothèque Historique*, 5.37.3) rapporte également, d'après Posidonius, que les Turdétans (peuple du sud de la péninsule Ibérique) évacuaient l'eau des mines par des galeries obliques. Cela correspond au principe du travers-banc* d'exhaure* et peut montrer que cette technique était employée dans cette région avant les interventions romaines (Domergue 1990, note 62). Un exemple du premier âge du Fer est connu dans le nord de l'Italie, dans la mine de cuivre de Campolungo (Ancel *et al*. 1998, 169-173). En Gaule, on connaît aussi plusieurs de ces structures dans le Limousin au second âge du Fer. Les mines des Fouilloux et de La Fagassière montrent que ce système était utilisé de manière systématique dès la fin du IIIe siècle av. n. è., sans attendre de savoir si l'exploitation allait se poursuivre loin en profondeur (Cauuet 1997, 204-206 ; Cauuet *et al*. 2018, 35). Si la généralisation de l'usage des galeries en travers-bancs* pour l'accès et l'exhaure* peut être mise au crédit de l'implication romaine dans les exploitations minières, l'origine de cette technique est à rechercher plutôt dans l'art de la mine protohistorique européen.

La mise en œuvre de manière systématique d'une technique dont l'usage était jusque-là limité à certaines mines particulières ou à certaines régions nous amène à aborder l'organisation des exploitations. L'exemple des travers-bancs* d'exhaure* creusés dès le démarrage d'un chantier minier dénote en effet une volonté d'inscrire l'activité dans la durée, qui s'accompagne d'une planification des opérations d'extraction. Cette projection dans une exploitation à long terme avait pu être observée sur des sites gaulois de l'âge du Fer. C'est le cas à l'échelle du Limousin dans les mines d'or dès la fin du IIIe siècle av. n. è., comme l'indiquent les aménagements liés à l'exhaure*. Cette prévision à long terme avait aussi été mise en évidence aux Barrencs dès les phases anciennes de l'exploitation, entre les IVe et IIIe siècles av. n. è. Dans ce cas, la planification ne transparaît pas à travers les systèmes d'exhaure*, méconnus pour l'heure, mais dans la gestion de la circulation entre les différentes zones exploitées (Beyrie *et al*. 2011, 49 ; Mantenant *et al*. 2013, 35). Ces deux exemples sont donc comparables avec les mines du Pays basque du Haut-Empire dans la mesure où elles reflètent le même investissement qui se veut durable, étant dotées des infrastructures (galeries

2 L'exploitation de ces trois mines s'arrêtant à la période augustéenne, on pourrait se trouver face à des ouvrages tardo-républicains, mais l'option de reprises médiévales ne peut être totalement écartée.

d'accès, d'exhaure*) nécessaires au bon déroulement des opérations à long terme.

Un autre aspect de l'organisation des exploitations romaines est mis en évidence par les sites de métallurgie primaire. Il s'agit de la volonté d'augmenter la production et sa rentabilité, en rationalisant là aussi les procédés. Les batteries de bas fourneaux du site des Martys en sont l'exemple le plus clair dès le Ier siècle av. n. è. (Fabre 2016a, 182). Le volume des productions des phases postérieures confirme que cette organisation s'est maintenue durant le Haut-Empire. Une structuration des ateliers en batterie a aussi été proposée pour le district du Canigou au Ier siècle av. n. è. ou au suivant (Mut & Kotarba 2007, 151). Le volume des bas fourneaux est important dans les deux cas, avec des diamètres des cuves proches de 0,8 m. Chercher à augmenter la production en adoptant des techniques de traitement du minerai plus efficaces, c'est aussi ce qui s'est produit en Limousin à partir de la fin du IIIe siècle av. n. è. Le quartz aurifère est désormais grillé et broyé dans des moulins rotatifs qui remplacent les meules à va-et-vient connues précédemment (Cauuet *et al*. 2018, 40). Les bassins permettant de réaliser la concentration gravimétrique du minerai riche forment de véritables réseaux de canaux et bassins, comme au Puy de Angles (Cauuet 2004, 74-75 ; Toledo I Mur *et al*. 2005, 203-205). L'exploitation généralisée des mines de cuivre argentifère du district de l'Arize dès les IVe ou IIIe siècles av. n. è., avec la possibilité de faire travailler plusieurs équipes en même temps, peut correspondre également à une recherche de productivité.

Chercher à améliorer les rendements des activités productives est une démarche qui n'est bien évidemment pas caractéristique d'un seul moment de l'Histoire des techniques[3]. Mais le cas de la production sidérurgique de la Montagne noire est un des exemples qui nous montre qu'un degré supplémentaire a été atteint au Haut-Empire par rapport aux périodes précédentes. La concentration, à la fin de la période augustéenne, de la production sidérurgique dans quelques grands centres contraste avec l'éparpillement des ateliers du Ier siècle av. n. è. La volonté de contrôler et d'assurer une production qui puisse répondre aux besoins de l'Empire s'affirme (Rico 2016, 274-275) et l'échelle de la production marque la différence.

3 Dans le domaine des mines et de la métallurgie, on peut penser par exemple à l'adoption de la fusion scorifiante pour traiter les minerais de cuivre complexes à l'âge du Bronze (Bourgarit *et al*. 2010, 276), au passage du bas fourneau à scorie piégée à celui à scorie écoulée au cours du second âge du Fer (Mangin 2004), ou encore à l'adoption de la poudre noire pour ouvrir les galeries de mines à partir du XVIIe siècle (Kammenthaler *et al*. 2016).

L'apport romain à l'exploitation minière est caractérisé par la diffusion à travers l'empire des techniques les plus efficaces connues alors, par l'organisation rationnelle et systématique de l'exploitation (à travers les mises en concessions de mines publiques) et par l'échelle de production encore inégalée atteinte à cette période. Ce constat a été fait par d'autres chercheurs. C. Domergue l'exprime à propos des mines ibériques, mais cela s'applique au reste de l'Empire, qui représente le nouveau cadre de l'action romaine. La réorganisation des mines sous Auguste marque le véritable changement par rapport à la période précédente (Domergue 1990, 198). Il souligne aussi le fait que les Romains n'ont inventé aucune des techniques employées dans les mines en exploitation sous leur domination, mais qu'ils ont su les mettre à profit pour augmenter le rendement des chantiers (Domergue 1990, 462). Cela rejoint le propos d'A. Ferdière concernant les innovations et transferts de savoirs en Gaule romaine dans l'artisanat en général. Il fait également ressortir l'importance de l'action romaine dans la diffusion et la systématisation des techniques connues dans un endroit ou un autre de l'empire pour faciliter une "production de masse" (Ferdière 2008, 23).

Ce que l'étude des exploitations minières du sud-ouest de la Gaule apporte à ce sujet, ce sont des nuances. À côté des districts ou des grandes mines prises en main par des entrepreneurs puissants qui intègrent toutes les possibilités à leur disposition pour développer leur activité, d'autres mines semblent rester entre les mains d'entrepreneurs peut-être plus modestes, qui se satisfont de modes opératoires connus et maîtrisés de longue date. Les marchés visés, d'ampleur locale ou régionale, pourraient expliquer ces différences.

Réflexions sur les chantiers abandonnés

Au moment où les centres de production les plus importants prennent leur essor, d'autres vivent leurs derniers instants ou s'éteignent pour de longs siècles. C'est le cas des mines de non-ferreux hors du Pays basque et notamment de celles du massif de l'Arize. Déterminer les raisons qui conduisent à l'arrêt de l'exploitation des mines n'est jamais chose aisée (Domergue 2008, 215-216 ; Stöllner 2015a, 76-77). Quelques propositions peuvent toutefois être émises sur la base des données de l'Arize, mais aussi des autres mines prises en compte jusqu'ici.

Une des premières possibilités qui peut être à l'origine de l'abandon d'une mine est l'épuisement de la minéralisation. Cette option est assez probable au début du Haut-Empire pour la mine de Rougé, dont l'exploitation était déjà très avancée à la fin du IIIe siècle av. n. è. et qui a connu une reprise ponctuelle à la fin du IIe ou au début du Ier siècle

de n. è. L'activité médiévale mise en évidence près de l'entrée principale correspond probablement plus à une phase de recherche qu'à une réelle exploitation. Pour la mine de La Coustalade, dont l'étendue est faible et qui a été exploitée dès les IVe-IIIe siècles av. n. è., l'option de l'épuisement du gisement est aussi probable[4], surtout après la reprise (sans doute ponctuelle) du Ier siècle av. n. è. Pour les autres gisements du district, cela n'est pas aussi sûr. Même si l'on laisse de côté les mines dont l'accès au souterrain n'est plus possible, au sujet desquelles nous n'avons pas de données, celle du Goutil a pu faire l'objet d'une réelle exploitation au XIVe siècle, si l'on considère l'étendue des ouvrages ouverts au feu à grand volume uniforme. Dans la mine d'Hautech, le grand chantier vertical HAU5, à la morphologie uniforme, ne semble pas avoir connu de reprise. La partie profonde du réseau HAU9 est en revanche datée du XIVe siècle également et certains élargissements du chantier HAU 16-17 pourraient se rapporter également à cette période. La très grande profondeur des "vieux travaux" rencontrés lors des reprises récentes aux Atiels et à La Calotte, non datés, n'est pas forcément à mettre uniquement au crédit des mineurs pré-augustéens. Une reprise au XVIIIe siècle est d'ailleurs connue aux Atiels (de Dietrich 1786, 213-214). Pour les mines de non-ferreux des autres secteurs, l'épuisement des ressources ne peut pas non plus être une explication généralisée, car des reprises médiévales sont aussi connues dans plusieurs secteurs des Corbières ou encore dans la mine de la Collade de Bernadell (Pyrénées orientales). Même dans le Limousin, des traces d'activité mérovingienne, certes de faible ampleur, montrent que des filons pouvaient encore contenir du minerai (Cauuet 2004, 33-35). Cependant, des diminutions des teneurs en profondeur sont aussi envisageables, ce qui ferait baisser la rentabilité de l'exploitation.

Dans le cas de mines déjà très profondes comme c'est le cas aux Barrencs (versant sud de la Montagne noire) ou même sur les sites de Palouma (Pyrénées centrales), on pourrait penser que des raisons techniques ont empêché la poursuite de l'exploitation. Avec la profondeur, les problèmes d'exhaure* et d'aérage deviennent plus importants et la circulation des mineurs se complexifie. Les techniques pour exploiter des mines très profondes sont pourtant bien connues dans le sud de la péninsule Ibérique, où les mines dépassant les 100 m de profondeur sont nombreuses, certaines atteignant les 300 m (Domergue 1990, 430-432). Si les connaissances n'étaient pas disponibles localement pour poursuivre les travaux et n'ont pas non plus été diffusées depuis les zones qui en avaient la maîtrise, on devrait alors s'interroger sur le manque d'intérêt montré pour ces mines.

La réorganisation des activités minières par Auguste a été évoquée plus haut. On pourrait se demander si cela n'aurait pas inclus une obligation de fermeture de certaines mines. Cela a été proposé pour les mines d'or du Limousin, dont l'exploitation ne se prolonge pas au-delà de la période augustéenne (Cauuet *et al*. 2005, 455). Un précédent est connu en Macédoine. Juste après sa conquête, le Sénat de Rome, refusant de mettre à ferme les mines de ce territoire par défiance vis-à-vis des publicains et ne voulant pas laisser des ressources trop importantes aux populations locales pour des raisons politiques, interdit l'exploitation des mines d'or et d'argent locales, en -167. Les mines de cuivre et de fer pouvaient par contre être exploitées contre paiement d'un impôt (Domergue 1990, 243 ; Mateo 2001, 60). Cet exemple nous apprend que l'exploitation des mines, du moins pour les métaux précieux, constituait un sujet politique qui n'était pas négligé par le Sénat romain et qui a certainement fait partie des préoccupations d'Auguste également. Cela renforce la probabilité d'une interdiction impériale de l'exploitation des mines d'or du Limousin. En ce qui concerne les mines de non ferreux situées hors du Pays basque, on rappellera qu'elles ont toutes exploité des minéralisations argentifères à divers degrés. Cette source potentielle d'un métal précieux pourrait donc avoir fait l'objet d'une volonté de contrôle par Rome, mais ces territoires ne sont pas, contrairement à la Macédoine du IIe siècle, des zones dont il faut limiter les capacités financières pour éviter des révoltes. Le fait que certaines d'entre elles (Palouma, la Collade de Bernadelle) continuent de fonctionner un peu après la période augustéenne ne va pas non plus dans ce sens, tout comme la continuité des travaux dans la vallée de l'Orb ou à Cabrières.

On peut aussi se demander si les réformes administratives augustéennes, qui modifient les limites des territoires, pourraient avoir eu un impact sur les exploitations minières. En ce qui concerne le district de l'Arize, son appartenance administrative n'est pas claire, car il se trouve en limite des cités de Toulouse et de *Lugdunum Convenarum*, et donc en limite des provinces d'Aquitaine et de Narbonnaise, dont le tracé n'est pas bien connu dans ce secteur (Sablayrolles 2002 ; Sablayrolles & Beyrie 2006, 63). Si l'on se fie à l'inclusion de ce district dans le Couserans actuel, que l'on peut rapprocher de la cité de l'Antiquité tardive des *Consoranni*, le district aurait été rattaché à la cité des Convènes sous Auguste et aurait donc basculé en Aquitaine. Le fait que des mines de cuivre, plomb et argent sont exploitées au Pays basque montre qu'il n'y avait pas d'interdiction particulière touchant ce type de mine au niveau de la province. Au niveau de la cité des Convènes, aucune donnée ne permet d'aller dans le sens

4 L'étude géologique a montré que le filon se pinçait à la limite des travaux anciens et que pour localiser sa prolongation, il aurait fallu poursuivre les recherches à travers le stérile sur plusieurs mètres, ce qui n'a été fait qu'au début du XXe siècle.

d'une interdiction particulière non plus. De plus, le droit latin a été accordé à la cité des Convènes, probablement par Auguste, comme il avait été accordé par César aux cités de Transalpine (Goudineau 1998, 191 et 241). Il aurait été surprenant que la cité des Convènes, ainsi distinguée, se soit vue privée de l'exploitation d'une partie de ses ressources. La même remarque peut être faite pour les mines de non-ferreux des Corbières ou de la Montagne noire.

Une dernière option fait entrer en jeu l'arrivée sur le marché régional des métaux produits dans d'autres districts, notamment hispaniques, en quantité suffisante et à des prix assez bas pour faire concurrence aux productions locales. Les cargaisons chargées de lingots de plomb ou de cuivre qui ont été retrouvées en Méditerranée attestent de ce commerce à grande échelle, bien caractérisé depuis le Ier siècle av. n. è. et à son apogée au cours du Ier siècle de n. è. (Jézégou *et al*. 2011, 67 ; Rico & Domergue 2016, 596-597). Nous savons en outre par les indications des ingénieurs des mines du début du XXe siècle que les minéralisations du district de l'Arize étaient discontinues (nombreux pincements des filons), ce qui rendait la rentabilité de l'exploitation incertaine. Il est possible que les mineurs locaux aient fini par préférer abandonner ces mines où les zones les plus riches avaient déjà été exploitées. Dans ce cas, l'atelier de réduction de fer connu aux Atiels pourrait représenter, outre l'option de la fabrication d'outil localement, une tentative de diversification de l'activité, autour de la période augustéenne, dans le cadre du développement de l'activité sidérurgique qui se généralise dans le Sud-Ouest.

Il nous faut aussi souligner ici que même les exploitations dans lesquelles des investissements importants sont réalisés au Ier siècle de n. è. ont une durée de vie variable. Les exploitations sidérurgiques perdurent le plus longtemps, jusqu'à la fin du IIIe ou au IVe siècle, et ce dans tous les secteurs considérés. Dans le cas des non ferreux, la durée d'activité est variable, même pour les mines qui ont bénéficié d'investissements importants. Celle de Banca est la seule à perdurer jusqu'au IVe siècle. Toutes les autres mines du versant nord ne dépassent pas la fin du Ier siècle de n. è. L'activité dans le district d'*Oiasso*, pourtant intégrée dans un système complexe en lien avec la ville et le port, couvre le IIe siècle de n. è., mais semble s'arrêter au-delà. Les évaluations du potentiel minier sur les gisements du versant basque nord au XVIIIe siècle ont conduit à des reprises à Banca, mais le site de Mehatze quant à lui n'a pu faire l'objet que de recherches, montrant que les zones minéralisées restantes étaient trop limitées pour valoir un nouvel investissement (Parent *et al*. 2018). On doit donc prendre en compte, si ce n'est un épuisement total de la ressource, au moins un appauvrissement des teneurs en profondeur, qui, combiné aux moyens plus coûteux pour assurer l'exploitation, ne permettait plus d'assurer la rentabilité des travaux.

Si des pistes peuvent être proposées concernant les causes de l'arrêt des exploitations, la question reste entière quant à l'évolution des territoires miniers après la fin de cette activité. Les populations impliquées dans cette production ont-elles rejoint d'autres zones minières où leur expérience pouvait être valorisée ? Des reconversions de l'économie locale vers l'agriculture ont-elles été possibles ? Ou les déblais miniers qui encombraient les alentours et libéraient des métaux lourds et autres substances polluantes dans l'environnement ont-ils conduit à une désertion de ces terrains ? de nouvelles recherches prenant en compte les habitats des zones minières pourraient dans le futur apporter des données pour répondre à ces questions.

Conclusions

Cette étude s'est construite autour de l'idée que les exploitations minières, comprises dans leur globalité, pouvaient éclairer des aspects variés du fonctionnement des sociétés anciennes. Lorsque ce type d'activité, éminemment collective, est pratiqué par différents groupes au sein d'une même région, elle peut contribuer à mettre en évidence des points communs comme des particularités propres à chacun de ces groupes. Dans le cas du quart sud-ouest de la Gaule, le problème de l'hétérogénéité régionale pouvait être dépassé par le grand nombre d'exploitations connues, datées entre le second âge du Fer et la période romaine. Ce cadre chronologique, au cours duquel le contexte socio-économique et politique change profondément, offrait aussi une occasion de mettre en parallèle l'évolution des exploitations minières et le passage de l'indépendance gauloise à la domination romaine.

Le cas particulier du district à cuivre argentifère du massif de l'Arize a été l'occasion d'appliquer les méthodes actuelles de l'archéologie minière, en mettant l'accent sur la datation des sites. Le premier apport de ce travail a en effet été de redéfinir la chronologie et les rythmes de l'activité de ce district. La première phase, inconnue jusqu'alors, se situe entre les IVe et IIIe siècles av. n. è. Elle a été mise en évidence par les datations radiocarbone effectuées sur des charbons choisis en fonction des données stratigraphiques, pour caractériser autant que possible les différentes phases d'activité. La deuxième phase, entre la fin du IIe siècle av. n. è. et la période augustéenne, a été confirmée par la présence de mobilier et des datations radiocarbone. Présentée auparavant comme l'étape majeure de l'activité de ce district, il ne s'agit en réalité pour certaines mines (Rougé, La Coustalade) que d'une tentative de reprise très ponctuelle, même si d'autres (Le Goutil, Les Atiels, Hautech) ont pu donner lieu à une activité plus soutenue au cours du Ier siècle av. n. è. Enfin, la phase médiévale, datée du XIVe siècle, correspond à un nouveau mouvement généralisé de recherche et de reprise minière dans ce district, dont l'ampleur n'est pas définie à ce jour.

La caractérisation des techniques minières mises en œuvre dans les chantiers dont le souterrain était accessible a permis de définir une typologie valable à l'échelle du district. Elle se caractérise, pour les IVe et IIIe siècles av. n. è., par l'utilisation de l'abattage au feu de manière presque exclusive et par une conduite du chantier à l'économie, limitant les aménagements qui impliquent de creuser dans le stérile. Les minéralisations ont été attaquées depuis l'affleurement, le soutènement était assuré par des piliers de roche et la largeur moyenne des passages les plus étroits, entre 0,6 et 0,8 m, permettait à une personne de circuler assez facilement. Les minéralisations inclinées ou verticales ont été exploitées par étages horizontaux successifs dont la hauteur, lorsqu'elle peut être déterminée, oscille entre 0,8 et 1 m, donnant à ces travaux un gabarit similaire. Cette typologie permet d'associer à cette phase, la plus ancienne, certains des chantiers non datés, mais aussi de distinguer d'autres phases d'exploitation dans les chantiers plus complexes. Ainsi, l'utilisation préférentielle de l'outil pourrait être associée à la seconde moitié du Ier siècle av. n. è., dans des chantiers dont le gabarit est toujours limité. Pour la période médiévale, le feu et l'outil ont été utilisés de façon concomitante. On propose également de voir dans les ouvrages ouverts au feu de grand volume, qui résultent d'une seule phase de creusement, une caractéristique des travaux médiévaux.

Les similitudes entre les différents chantiers des IVe et IIIe siècles av. n. è. et le fait que certaines mines aient été épuisées ou presque à la fin de cette période (Rougé, La Coustalade) conduisent à restituer une phase d'exploitation intensive probablement organisée de façon globale à l'échelle du district. Les implications d'une telle entreprise, qui dépassent le cadre de la production domestique, font référence à une société bien structurée. Cette caractéristique ressort de plus en plus clairement dans des contextes archéologiques variés de cette même période, notamment

avec les données provenant des agglomérations artisanales ouvertes, identifiées à travers l'Europe continentale (Fichtl *et al*. 2019). Dans les territoires proches des mines du Sud-Ouest, les données sur le contexte archéologique font encore largement défaut. Cependant, on propose d'associer cette exploitation systématique des ressources métalliques du front nord de l'Arize à la consolidation du domaine des Volques Tectosages, qui pourrait se constituer dès le IIIe siècle av. n. è.

La continuité de l'exploitation au cours du IIe siècle av. n. è. n'est pas certaine dans le massif de l'Arize, mais toutefois possible sur certaines grandes mines comme celle d'Hautech. Les ouvrages exploités entre la fin du IIe siècle av. n. è. et la première moitié du Ier siècle av. n. è. ne présentent pas de changement technique notable, ce qui inciterait à considérer que les exploitations restent aux mains des populations locales. À partir du milieu du Ier siècle av. n. è., on pourrait restituer une nouvelle organisation de l'exploitation en unités autonomes allant de la mine à la production du métal, incluant un habitat pour les mineurs et sans doute leur famille, à partir des cas de Berni, Hautech, Les Atiels et peut-être le Goutil et La Calotte. Quant à l'utilisation préférentielle d'outils en fer observée à cette période, si elle peut être liée ponctuellement à des contraintes techniques limitant les possibilités de recourir au feu, elle pourrait également correspondre à un changement dans la propriété du sol et donc dans les possibilités d'accès aux ressources forestières, à mettre en relation plus directement avec les effets de la conquête romaine. L'arrêt des dernières exploitations à la période augustéenne pourrait répondre à plusieurs causes, incluant l'épuisement de certaines mines. La raison principale de cet arrêt serait cependant la faible rentabilité des exploitations, de par la nature discontinue des minéralisations, qui ne présenteraient plus vraiment d'intérêt face à d'autres centres miniers régionaux (du Pays basque notamment) ou plus lointains, le cuivre et l'argent en provenance de la péninsule Ibérique étant diffusés dans une large partie de l'Europe occidentale.

Élargir la synthèse aux autres secteurs miniers du sud-ouest de la Gaule a permis de mettre en évidence des dynamiques communes à l'échelle de la région et au-delà. Les IVe et IIIe siècles av. n. è. apparaissent ainsi comme une période propice au développement de l'activité minière. Les exploitations de non-ferreux (cuivre et plomb associés ou non à l'argent) sont concernées par cette phase précoce d'exploitation, à l'exception du Pays basque où c'est la production sidérurgique qui a livré les seules données de cette période. Ce développement économique est à mettre en relation avec ce qui a été observé à l'échelle de l'Europe celtique, plus particulièrement au IIIe siècle av. n. è. (Haselgrove 2006 ; Mennessier-Jouannet *et al*. 2007). Si dans le Limousin, les travaux liés à la production d'or bénéficient dans la seconde moitié du IIIe siècle d'améliorations techniques qui visent à augmenter le volume de production (Cauuet 2004b ; Cauuet *et al*. 2018), de tels développements ne sont pas connus à la même période dans le sud-ouest de la Gaule. L'absence de données sur d'éventuelles exploitations antérieures ne permet pas non plus de mettre en évidence des changements comme c'est le cas dans le Limousin. La rareté générale des données concernant le contexte archéologique des mines de cette période limite également les possibilités d'interprétation. On pourra tout de même souligner que plusieurs exploitations minières des IVe ou IIIe siècle av. n. è. présentent les caractéristiques d'une activité intensive ou du moins soutenue (outre le district de l'Arize : Les Barrencs, Larla, peut-être Palouma). Cela renvoie dans tous les cas à des sociétés structurées, qui organisent leurs modes de production hors du cadre domestique, et cela fait écho à ce que l'on observe dans les agglomérations ouvertes à caractère artisanal qui se développent à la même période (Colin & Verdin 2013 ; Sireix 2013 ; Barral & Lallemand 2014 ; Fichtl & Guichard 2016 ; Fichtl *et al*. 2019).

Au cours du IIe siècle av. n. è., l'augmentation du nombre de mines connues montre d'une part que la dynamique de développement économique du IIIe siècle av. n. è. s'est poursuivie et d'autre part que les influences méditerranéennes dans ce développement sont à nuancer. Le même phénomène est en effet observé dans l'ensemble du Sud-Ouest, du littoral méditerranéen au Pays basque, et ne peut s'expliquer seulement par une influence extérieure, parfois lointaine. C'est aussi au cours du IIe siècle av. n. è. que les mines de non-ferreux du Pays basque et que les exploitations sidérurgiques des Corbières et des Pyrénées orientales commencent à être exploitées systématiquement, montrant une augmentation générale de la demande en métaux de tous types. Globalement, la continuité dans les pratiques et dans l'organisation par rapport aux exploitations précédentes semble de mise. L'ouverture de nouvelles mines ne constitue pas une réelle rupture et les techniques ne présentent pas d'évolution notable. Le mobilier méditerranéen importé dès le milieu du IIe siècle av. n. è. sur les sites miniers des Corbières ou des Pyrénées orientales n'est pas suffisant à lui seul pour mettre en évidence un renouvellement des acteurs de l'exploitation.

À l'échelle régionale, des changements dans le contrôle des ressources minières peuvent être mis en évidence à partir du deuxième quart du Ier siècle av. n. è., dans le cadre de la province de Transalpine. Des indications de l'implication d'entrepreneurs Italiens dans les exploitations ont en effet été recensées dans le district sidérurgique de la Montagne

noire à partir des années -80/-60. En dehors de notre zone d'étude, mais dans un secteur assez proche, la société minière identifiée par l'épigraphie à Lascours, engagée dans l'exploitation des mines de la haute vallée de l'Orb, existe dès la fin du IIe siècle av. n. è. (Gourdiole & Landes 2002), montrant que le phénomène observé dans la Montagne noire se place dans la continuité de l'évolution régionale. On pourrait également émettre l'hypothèse que des Italiens soient aussi à la tête d'une partie des exploitations des Corbières et des Pyrénées orientales à partir de la fin du IIe siècle av. n. è. La prise en main croissante de la province de Transalpine par Rome y est favorable. Les éléments manquent cependant sur le terrain pour l'affirmer. De même, pour la mine des Barrencs, exploitée en continu entre le IVe siècle av. n. è. et la fin du Ier siècle av. n. è., les données ne permettent pas de restituer un changement dans le contrôle de l'exploitation, même si le contexte régional pourrait tout à fait le permettre.

L'épisode des guerres Sertoriennes, au cours duquel les ressources des territoires entre Méditerranée et Garonne ont été mises à profit pour soutenir les actions de Pompée, a sans doute marqué un tournant pour toute la moitié orientale du sud-ouest de la Gaule. Le développement rapide de l'exploitation sidérurgique de la Montagne noire, organisée dès ses premières étapes pour assurer une production à très grande échelle, avec l'organisation des ateliers en batterie, peut être considéré comme un signe de la volonté de dépasser le cadre de la production régionale, dépassement qui a dû être suscité par une demande romaine. Le cas du district sidérurgique du Canigou pourrait être similaire, mais l'absence d'évaluation quantitative de la production de ce district oblige à rester plus prudent. Les exploitations de non-ferreux, si elles sont bien connues pour cette période, ne montrent pas la même volonté d'atteindre des productions si élevées. Les caractéristiques géologiques des gisements de non-ferreux régionaux, plus dispersés et visiblement moins étendus que les gisements de fer, ont limité ces possibilités de développement.

L'extension du domaine romain à l'ensemble de la Gaule après les opérations de César ne semble pas avoir eu d'effet généralisé visible directement dans les exploitations minières. Pour les mines situées à l'est de la Garonne, leur situation administrative au regard du droit romain ne change pas forcément et les obligations fiscales rattachées à leur exploitation étaient probablement en place au moins depuis les opérations de Pompée. Pour celles situées à l'ouest de la Garonne, les données disponibles ne montrent pas de changement que l'on pourrait attribuer avec certitude à cette période. On rappellera simplement que l'organisation en unités autonomes de l'exploitation du district de l'Arize pourrait dater de cette période, mais il semble plus logique d'y voir une conséquence de la prise en main romaine croissante de la Transalpine, amorcée depuis le deuxième quart du Ier siècle av. n. è., qu'une conséquence directe de la Guerre des Gaules.

La période augustéenne marque un véritable tournant dans l'exploitation minière, observé à travers toute la région. En termes de techniques, on constate, dans les mines du Pays basque, la mise en œuvre d'une nouvelle façon de travailler, qui implique une vision à long terme. Elle est illustrée par la mise en place dès le démarrage du chantier des installations nécessaires à l'exhaure*, grâce à des travers-bancs, ainsi que par des accès en descenderies également en travers-bancs, permettant un accès plus facile aux parties basses des chantiers. L'abandon généralisé des mines de non-ferreux à partir du Ier siècle de n. è., hormis dans le Pays basque, constitue un deuxième trait caractéristique de l'évolution de la situation à partir du Haut empire. L'épuisement des ressources n'étant justifié que dans certains cas, une explication à ce phénomène d'ensemble pourrait se trouver, comme pour le district de l'Arize, dans la concurrence exercée par les métaux importés d'autres zones de production, notamment ibériques. Hors de notre région, l'arrêt des exploitations aurifères du Limousin pourrait en revanche être lié à une décision imposée par Rome, le contrôle strict de la production de ce métal étant particulièrement important pour les autorités à un moment où les mines d'or en alluvions du nord-ouest ibérique sont mises en exploitation (Cauuet *et al.* 2005). Une décision similaire concernant l'ensemble des districts du Sud-Ouest semble peu probable, d'autant que l'exemple du Pays basque, où la production des non-ferreux se poursuit aux côtés des entreprises sidérurgiques, va à l'encontre de cette théorie. Enfin, cette variabilité dans le sort des exploitations de non-ferreux se retrouve dans l'échelle de production des exploitations qui perdurent (ou qui démarrent) sous le Haut-Empire. À côté d'un centre majeur comme celui de la Montagne noire, dont la production se chiffre en dizaines de milliers de tonnes de métal, des exploitations artisanales à visée locale sont connues, comme à Errola au Pays basque. Les exploitations de taille intermédiaire sont les plus fréquentes, sans être toutes équivalentes pour autant. Ces différences d'échelles sont aussi un reflet du fonctionnement de l'Empire où, tout en respectant un cadre général commun, des adaptations aux différents contextes locaux ou régionaux reflètent la diversité d'un territoire particulièrement vaste. D'ailleurs, on peut noter que la spécificité des territoires aquitains entre Adour et Pyrénées, soulignée à de nombreuses reprises, peut se retrouver dans l'évolution locale des exploitations minières : le démarrage précoce de la production de fer, l'exploitation limitée des non ferreux au Ier siècle av. n. è. et les investissements importants dans l'exploitation

minière après la période augustéenne semblent refléter un contexte économique différent du reste du Sud-Ouest, qui demanderait toutefois à être mieux caractérisé.

Les questions soulevées par cette recherche sont multiples et ouvrent sur des horizons qui dépassent le cadre strict de l'archéologie minière. Le cas du district à cuivre argentifère du massif de l'Arize, au cœur de cette étude, permet de mettre en évidence plusieurs de ces questions. La première est incluse dans le minerai exploité : du cuivre argentifère. Si trois ateliers de traitement des cuivres gris sont localisés, les données qu'ils ont livrées à ce jour ne permettent pas de caractériser correctement la chaîne opératoire de la métallurgie primaire mise en œuvre. On ne peut donc se prononcer de manière catégorique sur la production de l'argent associé au cuivre de ce district. Des indices vont dans ce sens : les taux en plomb élevés relevés par fluorescence X sur des scories de Berni pourraient résulter d'un ajout pour extraire l'argent du cuivre. Les données de l'atelier du Camp del Oliu, dans les Corbières, indiquent pour ce district une production d'argent à partir de minerais de cuivre argentifère. La connaissance des techniques requises pour ce traitement était disponible dans la région au Ier siècle av. n. è. et il est plausible qu'elle ait effectivement été mise en œuvre. Pour les périodes antérieures, nous ne connaissons aucun atelier. Prolonger les recherches dans un district comme celui de l'Arize devrait permettre d'identifier des ateliers plus anciens et, par la fouille, d'obtenir les données nécessaires à la restitution des chaînes opératoires mises en œuvre. La question de la production d'argent entre les IIIe et IIe siècles av. n. è. revêt en effet une importance particulière, car elle correspond à l'émergence des frappes monétaires indigènes, qui utilisent majoritairement l'argent. Le contrôle des ressources locales a pu entrer en ligne de compte dans le développement et la gestion de ces émissions.

Nous avons évoqué à plusieurs reprises le manque de données concernant les IVe et IIIe siècles av. n. è. Les exploitations minières qui correspondent à cette chronologie offrent des perspectives de combler une partie de ce vide. Elles constituent en effet des points d'ancrage autour desquels des recherches peuvent être conduites pour localiser tout d'abord les habitats des mineurs, mais aussi des sites peut-être un peu plus éloignés qui ont pu jouer un rôle structurant dans l'exploitation, en exerçant un contrôle sur la main-d'œuvre ou encore sur l'accès aux réseaux de distribution pour la diffusion de la production. La connaissance des habitats de mineurs serait aussi une manière de préciser l'identité des acteurs lors des différentes phases de l'activité, et en particulier d'apporter des informations manquantes à ce jour sur la question de l'implication d'Italiens dans les exploitations minières au cours du Ier siècle av. n. è.

Enfin, la question de la quantification des productions de non ferreux reste elle aussi en suspens. Il faudrait dans un premier temps approfondir les études géologiques des mines pour avoir des données précises sur les teneurs et natures des minerais exploités et compléter les topographies pour restituer au mieux les volumes des chantiers. Mais sans plus d'informations sur les ateliers anciens et sur l'efficacité des procédés mis en œuvre, on ne pourra pas proposer d'estimations fiables. Approfondir les recherches pour répondre à ces questions fournirait des éléments précieux pour mesurer le poids économique de l'activité minière et métallurgique entre le second âge du Fer et la période romaine.

Aujourd'hui, les projets d'exploitations minières cristallisent les oppositions et les tensions avec, en toile de fond, des questions sociétales profondes concernant nos modes de consommation et notre rapport à l'environnement. L'archéologie minière nous montre qu'à d'autres époques, des communautés ont fait le choix de s'investir dans cette activité. Que ce choix ait été volontaire et peut-être revendiqué, ou qu'il ait été résigné et peut-être imposé, les implications en sont toujours multiples tout comme les conséquences pour les groupes qui y sont impliqués. Ces exploitations dénotent également une forme de pragmatisme : les métaux étaient, et sont toujours, indispensables à notre vie quotidienne. L'exploitation minière était donc, et est toujours, une activité nécessaire. À défaut d'apporter une réponse au débat sur la pertinence ou non de ces nouvelles implantations minières, le rôle des archéologues miniers, parfois convoqués lorsque des exploitations anciennes sont connues sur les emprises des nouveaux projets, peut consister à illustrer les différents aspects de cette exploitation et apporter ainsi des éléments à la réflexion.

Annexe 1
Glossaire

- Anticlinal : structure géologique définie par un pli convexe où l'on rencontre les terrains les plus anciens au centre.

- Brèches : ce type de roche fait partie des conglomérats, qui agrègent des fragments d'autres roches érodées dans un ciment naturel.

- Bournonite : sulfo-antimoniure de plomb et de cuivre de formule $PbCuSbS_3$.

- Carreau minier : espace situé devant l'accès de la mine.

- Chalcopyrite : sulfure de cuivre et de fer, de formule $CuFeS_2$. Il s'agit d'un minerai de cuivre, dans lequel le fer est une impureté dont les métallurgistes cherchent à se débarrasser.

- Couronne : partie supérieure ou plafond des chantiers ou galeries.

- Crassier : accumulation de scories, quel que soit le type de métal produit.

- Cycle orogénique : période pendant laquelle se forment les chaînes de montagnes.

- Détritique (terrain) : terrain sédimentaire formé par l'accumulation de matériaux issus au moins pour moitié de terrains primaires érodés (à la différence des accumulations sédimentaires d'origine marine par exemple). La taille des éléments agglomérés dans les terrains détritiques peut varier entre quelques millimètres et plusieurs centimètres.

- Éponte : roche qui forme une paroi, par exemple le long d'un plan de faille. Dans le cas des mines, cela désigne la roche encaissante au contact avec la zone minéralisée.

- Exhaure : évacuation des eaux de mine. Elle peut être manuelle (à l'aide de seaux), naturelle (par des failles, des fissures, ou des galeries en pente vers l'extérieur creusées à cet effet) ou encore mécanique (à l'aide de pompes ou de roues à augets).

- Ferrier : accumulation de scories issues de la réduction du minerai de fer.

- Front de taille : paroi rocheuse en cours d'exploitation. Par extension, ce terme désigne la paroi en fond de galerie ou de chantier sur laquelle les mineurs se sont arrêtés.

- Galène : sulfure de plomb de formule PbS. Elle peut être argentifère.

- Gangue : dans une minéralisation, cela désigne l'ensemble des minéraux associés au minerai, sans intérêt économique.

- Goethite : variété d'oxy/hydroxyde de fer de formule FeO(OH), avec des traces de manganèse.

- Haldes : accumulation de stériles produits par l'exploitation minière.

- Hématite : oxyde de fer de formule Fe_2O_3.

- Hercynien : désigne la période de la seconde moitié du Paléozoïque (du Dévonien au Permien) au cours de laquelle se sont formées les chaînes de montagnes qui se situaient, pour ce qui correspond à l'Europe actuelle, vers le nord du continent. Cela correspond aux mouvements tectoniques liés à la formation du supercontinent de la Pangée.

- Hydrothermal : se réfère à la circulation d'eaux très chaudes (200 à 400 °C) à travers la croûte terrestre. Cette circulation peut être liée à du volcanisme ou à du métamorphisme*. Ces eaux salées et corrosives sont chargées de minéraux variés en fonction de leur origine et des terrains traversés. Elles refroidissent progressivement en se rapprochant de la surface, ce qui entraîne la cristallisation des éléments transportés. Lorsqu'elles circulent à travers des fissures ou des failles, elles forment des filons qui pourront être suivis par les mineurs.

- Matte : matière intermédiaire produite lors de la première étape de traitement des minerais non ferreux sulfurés. Par rapport au minerai, elle concentre le métal recherché (ici le cuivre), qui est toujours sous forme de sulfure. Elle doit subir un second traitement pour éliminer complètement le souffre et obtenir le cuivre sous sa forme métallique.

- Métamorphisme : c'est l'ensemble des modifications subies par une roche à l'état solide, en fonction des conditions

de pression et de température auxquelles elle est soumise. Cela peut entraîner des modifications de la chimie de la roche, mais aussi de sa structure et de sa texture. Par exemple, le marbre se forme par métamorphisme du calcaire.

- Mur du filon : paroi inférieure du filon, lorsqu'il n'est pas parfaitement vertical.

- Ophite : roche d'origine magmatique à teinte verte, qui a cristallisé lentement sans atteindre la surface avant refroidissement.

- Paragenèse : ensemble des minéraux qui se forment dans une même minéralisation.

- Salbande : altération argileuse très fréquente aux épontes des filons, associée à la zone de broyage au contact du plan de faille qui porte le filon.

- Sidérite : carbonate de fer de formule $CaCO_3$.

- Sole : partie inférieure ou plancher d'un chantier minier ou d'une galerie.

- Stockwerks : type de gisement constitué par une multitude de petits filons qui se croisent dans différentes directions. Ces zones sont souvent exploitées en masse, car la petite taille des filons et leurs directions variables ne permettent pas toujours de les suivre individuellement.

- Sphalérite : sulfure de zinc de formule ZnS, anciennement appelée blende.

- Synclinal : structure géologique définie par un pli concave où l'on rencontre les terrains les plus récents au centre.

- Travers-bancs : galerie qui recoupe à l'horizontale (ou en légère pente) les niveaux stériles pour rejoindre les secteurs minéralisés à l'intérieur du massif. Ces galeries sont souvent réalisées à la base du versant pour donner un accès à la partie basse de la minéralisation et éviter de devoir monter et descendre depuis l'affleurement.

- Toit du filon : paroi supérieure du filon, lorsqu'il n'est pas parfaitement vertical.

Annexe 2

Temps géologiques

Ère Quaternaire			Holocène	
			Pléistocène	-1,8 Ma
Ère Tertiaire	Néogène	Pliocène	Plaisancien	
			Zancléen	
		Miocène	Messinien	
			Tortonien	
			Serravallien	
			Langhien	
			Burdigalien	
			Aquitanien	-24 Ma
	Paléogène	Oligocène	Chattien	
			Rupélien	
		Éocène	Priabonien	
			Bartonien	
			Lutétien	
			Yprésien	
		Paléocène	Thanétien	
			Danien	-65 Ma
Ère Secondaire	Crétacé	Supérieur	Maastrichtien	
			Campanien	
			Santonien	
			Coniacien	
			Turonien	
			Cénomanien	
		Inférieur	Albien	
			Aptien	
			Barrémien	
			Hauterivien	
			Valanginien	
			Berriasien	-142 Ma
	Jurassique	Malm	Tithonien	
			Kimméridgien	
			Oxfordien	
		Dogger	Callovien	
			Bathonien	
			Bajocien	
			Aalénien	
		Lias	Toarcien	
			Pliensbachien	
			Sinémurien	
			Hettangien	-205 Ma
	Trias	Keuper	Rhétien	
			Keuper Moyen	
			Keuper Inférieur	
		Muschelkalk	Muschelkalk	
		Buntsandstein	Supérieur	
			Moyen	
			Inférieur	-250 Ma

Ère Primaire	Permien	Supérieur	Thuringien	-250 Ma
		Inférieur	Saxonien	
			Autunien	-290 Ma
	Carbonifère	Silésien	Stéphanien	
			Westphalien	
			Namurien	
		Dinantien	Viséen	
			Tournaisien	-354 Ma
	Dévonien	Inférieur	Famennien	
			Frasnien	
		Moyen	Givetien	
			Eifelien	
		Inférieur	Emsien	
			Pragien	
			Lochkovien	-417 Ma
	Silurien	Supérieur	Pridolien	
			Ludlowien	
			Wenlockien	
		Inférieur	Llandovérien	-443 Ma
	Ordovicien	Supérieur	Ashgillien	
			Caradocien	
		Moyen	Llandeilien	
			Llanvirnien	
		Inférieur	Arénigien	
			Trémadocien	-495 Ma
	Cambrien	Supérieur		
		Moyen	Mayaien	
			Amgaien	
		Inférieur	Lénien	
			Atdabanien	
			Tommotien	
			"Paléocambrien"	-545 Ma
Protérozoïque				-2,5 Milliards d'années
Archéen				-4,55 milliards d'années : Naissance de la Terre

Annexe 3
Descriptions des US

Les Atiels,
Sondage galerie AT1

- US1 : couche de remblai supérieur, uniforme, qui constitue le comblement principal de GA2 et scelle la stratigraphie de GA1. Ce remblai est composé majoritairement de fragments de roche de petite taille (5 cm de côté en moyenne), plutôt calibrés, qui s'apparentent donc à des déchets d'abattage. Quelques blocs de plus grande taille sont présents ponctuellement. Le tout est pris dans une matrice terreuse friable de couleur grise qui renferme de nombreux fragments de charbons de petite taille (5 mm). Des blocs plus larges (30 cm de côté) se retrouvent disposés contre la paroi sud de GA1, pris dans cette même matrice. Ils pourraient avoir été disposés volontairement à cet endroit pour former une marche aidant à atteindre l'ouverture entre GA1 et GA2. Cependant, aucun niveau de circulation ni changement significatif dans la composition du remblai au-dessus de ces blocs ne permet de l'assurer formellement. Un tesson de panse d'amphore italique reposait sur le dessus de cette US.

- US 2 : fine couche jaune clair d'un gravier fin formé par des petits éclats de 3 à 5 mm de côté aux arêtes vives qui repose sur la sole de GA2. Un peu plus épaisse contre la paroi est (4 cm), elle s'affine vers l'intérieur de la galerie et disparaît presque à la base de la coupe. Cette US est directement recouverte par le remblai US 1.

- US 3 : poche uniforme de charbons écrasés. Cette US est très localisée, et a été fouillée en plan sur quelques cm^2. Elle apparaît bien dans la coupe et s'apparente à un rejet ponctuel, recouvert par le remblai US 1.

- US 4 : couche de terre argileuse grise compactée renfermant des petits graviers et des charbons, plus nombreux en surface. Cette US a été fouillée en plan et correspond à un niveau de circulation. Son profil montre un léger effondrement de la couche. Des charbons ont été prélevés pour datation.

- US 5 : niveau de gravier fin similaire à l'US 2, mais situé cette fois-ci à la base de la stratigraphie de GA1. On y observe de plus de rares charbons très fins, provenant peut-être du niveau supérieur, US 4. Épaisseur max. 5 cm.

- US 6 : couche d'argile de 4 à 5 cm d'épaisseur située sous l'US 5. De couleur brune, elle est uniforme et renferme très peu d'inclusions, qui se limitent à quelques graviers millimétriques.

- US 7 : de nouveau, couche de gravier fin similaire aux US 2 et 5. L'US 7 repose directement sur la sole de GA1.

Rougé,
Sondage 1

- US 101 : couche grise compacte et homogène composée de gravillons agglomérés. On y trouve quelques charbons millimétriques et des petits éclats de roche de taille inférieure à 1 cm de côté. Cette couche est concrétionnée sur le dessus. Elle ne recouvrait pas toute la largeur du chantier (0,9 m depuis l'est) et s'appuie contre la partie supérieure de l'US 104.

- US 102 : couche de couleur grise terreuse et meuble avec quelques éclats rocheux (schiste et calcaire) de 5 cm de côté, certains d'entre eux étant brûlés. Tout comme l'US 101, elle ne couvre pas toute la largeur de la galerie (0,62 m depuis l'est) et s'appuie contre l'US 104 à l'ouest et contre l'US 103 à l'est.

- US 103 : poche correspondant à un effondrement de la paroi schisteuse, homogène, très localisée contre la paroi est.

- US 104 : niveau constitué par des blocs décimétriques à pluridécimétriques, très aéré, ne contenant pas de sédiment. Cette US est localisée dans la moitié ouest (0,75 m de large) de la stratigraphie et est très fortement concrétionnée.

- US 105 : couche de charbons centimétriques mêlés à quelques plaquettes de calcaire rougies par la chaleur, qui se déverse vers le sud. Cette couche correspond à des rejets d'extraction au feu et s'étend quant à elle sur toute la largeur du sondage. Prélèvement de charbons pour datation.

- US 106 : niveau argileux jaune, d'aspect lité, qui renferme

quelques éclats de schiste millimétriques (quelques-uns étant un peu plus gros). Cette couche est située contre la paroi est sur une largeur de 0,5 m.

- US 107 : couche grise indurée gravillonneuse. Elle contient principalement des fragments de schiste et est légèrement argileuse. Elle se trouve sur la moitié est du sondage.

- US 108 : rejet d'éléments rubéfiés contre la paroi est.

- US 109 : remblai massif très meuble, homogène, de couleur grise, contenant quelques blocs centimétriques épars. Ce remblai n'est pas du tout compacté et correspond à l'utilisation de cet espace pour le stockage de stériles provenant d'un autre secteur de l'exploitation.

- US 110 : sorte de muret constitué de blocs de calcaire qui ferme l'accès à la partie nord de cet étage d'exploitation et permet surtout de contenir les stériles accumulés en arrière pour qu'ils n'envahissent pas le passage vers les niveaux inférieurs. Il est conservé sur 0,5 m de haut et occupait toute la largeur du sondage. Les blocs sont pris dans l'US 109 et ont été disposés au fur et à mesure du remplissage de la galerie.

- US 111 : couche charbonneuse compacte renfermant des petits fragments de schiste, correspondant à un niveau de circulation. Prélèvement de charbons pour datation.

- US 112 : fin niveau d'argile blanche très plastique dans laquelle des charbons et graviers provenant de la couche supérieure se sont enfoncés. Cette argile s'est formée sur la sole de la galerie par l'altération de la roche.

- US 113 : US négative. Creusement dans la partie supérieure des US 109 et 110 pour ménager un espace où un bûcher a été installé, contre la paroi est.

- US 114 : niveau homogène de charbons en place, vestige probable d'un bûcher d'exploitation au feu. Identifié contre la paroi est, il fait une petite quarantaine de cm de large et repose sur le creusement US 113. Prélèvement de charbons pour datation.

- US 115 : fragments de roche de quelques cm de côté rougis par le feu reposant directement sur le niveau de charbons US 114. Il s'agit des débris d'abattage au feu laissés en place après l'exploitation.

- US 116 : couche d'argile blanchâtre qui s'est déposée sur les déchets d'abattage de l'US 115. Quelques charbons de l'US supérieure 105 se sont enfoncés dans cette argile.

- US 117 : concrétions de calcite formées sur la paroi est de la galerie. Recouvertes dans la partie supérieure par une couche uniforme et plus épaisse, des coulures plus fines descendent jusqu'à la surface de l'US 114. Ces coulures se trouvaient sous les couches supérieures de remblai et témoignent d'une interruption de l'activité assez longue entre l'implantation du bûcher (US 113, 114 et 115) et la reprise du comblement de cet espace.

Rougé, Sondage 2

- US 201 : couche de calcite à la surface du remblai, de quelques mm d'épaisseur. Elle a permis de solidifier la couche supérieure qui ne s'est donc pas complètement éboulée.

- US 202 : niveau de circulation marqué par une couche de terre brune compacte contenant des charbons millimétriques et des graviers fins. Ce niveau de 5 cm d'épaisseur n'est conservé que sous la couche de calcite. Des charbons y ont été prélevés.

- US 203 : remblai homogène comblant visiblement une grande partie de l'étage d'exploitation. Ce niveau très meuble et friable contient un sédiment fin et sableux de couleur grise mêlé à un peu de gravier qui renferme de nombreux blocs de taille décimétrique et des charbons abondants de grande taille (2 à 4 cm de côté). Ce comblement a été mis en place rapidement et en une seule étape au vu de son homogénéité. Ce remblai repose sur la roche et représente le premier comblement conservé à ce niveau. Des charbons ont été prélevés pour datation.

Rougé, Sondage 3

- US 301 : remblai gris très fin dans lequel quelques blocs calcaires de 5 à 15 cm de côté sont insérés. Absence de mobilier archéologique, charbons épars.

Rougé, Sondage 4

- US 401 : terre végétale, humus.

- US 402 : couche de terre brune foncée très meuble contenant de nombreux petits blocs de calcaire de 5 à 20 cm de côté, qui recouvre l'ensemble de la surface dégagée.

- US 403 : couche de terre brune claire contenant moins de blocs calcaires, mais tout aussi meuble que la couche 402. Localisée au nord du sondage, du mobilier y a été recueilli : céramique campanienne et amphore italique.

- US 404 : localisée uniquement dans la moitié nord du sondage, cette US d'un gris bleuté uniforme est en fait composée d'une poudre de schiste très meuble et ne contient pas du tout de terre. Quelques éclats de schiste de 1 à 3 cm de côté étaient présents, ainsi que quelques charbons. Un tesson de panse d'amphore a été recueilli.

- US 405 : couche grise foncée légèrement argileuse

qui contient également des petits éclats de schiste, et des charbons de plusieurs mm de côté. Des nodules d'argile indurée et brûlée et quelques blocs de calcaire de petite taille y sont aussi présents. Ce niveau est plus compact que l'US 404 qui la recouvre et a pu être observé dans les 2/3 nord du sondage. Deux tessons de panse d'amphore y ont été recueillis.

- US 406 : cette US est localisée au sud du sondage, juste au-dessus du terrier. Il s'agit d'une poche de nodules d'argile blanchis en surface et très indurés, vraisemblablement sous l'action de la chaleur. Ils présentent une couleur brune violacée à l'intérieur.

- US 407 : niveau d'argile très indurée, de couleur rouge, contenant des charbons et des petits éclats de roche (calcaires et schistes) de quelques cm de côté. Cette US a été identifiée au nord du sondage : elle est couverte par l'US 405 et s'appuie contre l'US 410.

- US 408 : niveau argileux très induré, de couleur rouge, caractérisé par une forte densité de blocs calcaires et la présence de quelques charbons. Tout comme l'US 407, elle se trouve dans la moitié nord du sondage et s'appuie contre l'US 410.

- US 409 : amas de blocs calcaires de taille moyenne (20 à 30 cm de côté) pris dans une terre marron clair fine qui s'est probablement infiltrée entre les blocs. Elle est présente dans la coupe ouest uniquement, au sud du sondage. Elle est recouverte par l'US 402 et repose sur les US 406 et l'extrémité sud des US 404 et 405.

- US 410 : amas de blocs calcaires de taille moyenne (20 à 40 cm de côté) pris dans une argile grise ponctuellement rouge au centre du sondage. Des traces de charbons et l'argile rougie pourraient indiquer une exposition au feu. Cette US est présente à la base de la stratigraphie, au sud du sondage. Il pourrait s'agir d'une structure effondrée.

La Coustalade, Sondage 1

- US 101 : US supérieure, constituée principalement de blocs de roche stérile de 15 à 30 cm de côté pris dans une matrice limono-sableuse brune. Quelques charbons sont présents. Les blocs ont été disposés de manière à ce que le remblai tienne.

- US 102 : niveau hétérogène et friable de gravats, composé de terre très sèche, de fragments de roche centimétriques et de quelques charbons épars. Quelques blocs ont une taille plus importante et la matrice est très ponctuellement argileuse. L'ensemble, recouvert par l'US 101, présente une couleur brun-jaune.

- US 103 : concentration de charbons homogène isolée à la base de l'US 102, qui s'est retrouvée piégée contre la paroi orientale. Ces charbons ont été prélevés.

- US 104 : salbande d'argile jaune qui correspond à l'altération due au broyage du filon ici fortement pincé, probablement lors d'une réactivation de la faille.

La Coustalade, Sondage 2

- US 201 : niveau meuble composé d'une matrice limoneuse friable de couleur brune dans laquelle se trouvent des éclats rocheux de 5 à 10 cm de côté et des charbons abondants. Quelques fragments de barytine sont présents. Cette US a également livré la base d'un col d'amphore.

- US 202 : accumulation de blocs de calcaire de taille supérieure ou égale à 10 cm de côté. Niveau très aéré, la terre présente entre les blocs s'est probablement infiltrée depuis l'US 201.

- US 203 : niveau composé de charbons et plaquettes de roches noircies par le feu, correspondant à des résidus d'abattage au feu. Les plaquettes de roche ne dépassent pas 5 cm de côté. Des charbons ont été prélevés pour datation.

- US 204 : salbande d'argile jaune qui correspond à l'altération due au broyage du filon ici fortement pincé, probablement lors d'une réactivation de la faille. La couleur rouge en surface peut témoigner de l'implantation d'un bûcher à cet endroit.

La Coustalade, Sondage 3

En l'absence de niveau archéologique (humus sur terrain naturel), aucune US n'a été crée pour ce sondage.

La Coustalade, Sondage 4

Cuvette

- 401 : sédiment limono-argileux meuble et homogène de couleur brun clair avec de rares fragments de roche.

- 402 : sédiment limoneux, homogène et très meuble, de couleur brun moyen, contenant de nombreux charbons millimétriques à centimétriques (prélevés) et quelques

fragments de roche millimétriques.

- 403 : sédiment argileux homogène et meuble, d'un brun légèrement plus clair que l'US 401.

- 404 : sédiment limono-argileux homogène et légèrement compact de couleur brun moyen contenant quelques charbons millimétriques à centimétriques (prélèvement de charbons situés à la base de cette couche), quelques inclusions de terre rubéfiée et de très nombreux fragments de roche centimétriques. Cette couche repose sur le rocher, plus ou moins altéré.

Front de taille

- 405 : couche formée par la décomposition de la couronne, tapissée de limonites, atteignant 30 cm d'épaisseur.

- 406 : remblai charbonneux massif (55 cm d'épaisseur max.), formé par un sédiment brun argileux contenant des petits blocs calcaires centimétriques. Les charbons pouvaient atteindre jusqu'à 3 cm de côté.

- 407 : niveau argileux ocre contenant des éclats de roche de 3 à 5 cm de côté.

- 408 : nouvelle US de couleur brune argileuse, contenant également des charbons, bien que nettement plus rares et de plus petite taille que dans l'US 406. Les éclats rocheux sont également moins présents.

- 409 : niveau argileux ocre contenant des gravillons calcaires.

- 410 : remblai brun argileux très pauvre en charbons, contenant des blocs calcaires allant de 2 à plus de 20 cm de côté. Cette US se prolonge sous le niveau d'arrêt de la fouille.

Le Goutil Ouest, Sondage

- US 1 : couche de remblai constituée à 80% d'éclats rocheux de 2 cm d'épaisseur, 10 à 20 cm de long et 2 à 10 cm de large mêlés à 20% de matrice argileuse de couleur brun moyen. Ces fragments de roche proviennent probablement d'un chantier situé juste au nord-est de l'espace sondé. Sur le dessus de cette US, un tesson de panse d'amphore italique a été recueilli.

- US 2 : niveau constitué par d'abondantes plaquettes rocheuses mêlées à des charbons nombreux de 2 à 4 cm de côté. Ces plaquettes, rougeâtres, d'1 cm d'épaisseur pour une largeur de 10 à 20 cm, ne sont pas accompagnées de sédiment. Elles s'apparentent à un rejet massif d'un chantier proche. Des charbons ont été prélevés pour datation.

- US 3 : niveau constitué de plaquettes similaires à l'US 2, mais ne contenant presque pas de charbons.

- US 4 : remblai très aéré, sans matrice, contenant de gros éclats de dolomie. On relève la présence de rares charbons de petite taille (< 1 cm) et de blocs plus gros à la base de l'US, atteignant 20 cm par 30 pour 5 cm d'épaisseur. Certains blocs présentaient des traces vertes de carbonates de cuivre.

- US 5 : niveau reposant sur la sole composé d'un gravier très grossier lié à un peu d'argile. On note quelques rares charbons, provenant peut-être des couches supérieures.

Hautech, Sondage HAU9

Passage entre les secteurs nord et sud :

- US 101 : remblai massif constitué d'un sédiment limono-argileux de couleur marron incluant de nombreux blocs de calcaire stériles. Leur taille varie de 2 à 25 cm de côté, les blocs les plus gros étant concentrés dans la partie supérieure et contre la paroi est. Ceux du dessus sont concrétionnés et soudés aux parois. Cette US renfermait également de nombreux charbons de petite taille. Le mobilier y est relativement abondant, et consiste en tessons de panse d'amphores italiques. Un petit fragment de lèvre en très mauvais état semble correspondre à une Dr 1A. Un quart de meule circulaire (meta) en diorite, en assez mauvais état de conservation, a également été identifié dans ce remblai. Ce fragment a pu être réutilisé en broyon.

Sole au centre de l'étage :

- US 102 : fine couche de terre limono-argileuse brune qui recouvre l'ensemble de l'espace. Cette terre provient de la surface depuis l'ouverture au jour qui sert d'accès aujourd'hui.

- US 103 : couche de concrétion de calcite supérieure. Cette couche a presque disparu mais on la retrouve sur la paroi rocheuse, formant un petit liseré de quelques millimètres d'épaisseur accroché au rocher, 5 à 8 cm au-dessus du sol actuel.

- US 104 : il s'agit du négatif du remblai qui occupait l'espace entre la couche de concrétion inférieure et l'US 103. Ce niveau a totalement disparu, ou se confond avec l'US 102, mais la distance entre les deux couches de concrétion (10 à 12 cm) ne peut s'expliquer que par la présence d'un remblai intermédiaire.

- US 105 : couche de concrétion inférieure. Ce niveau de concrétion est plus épais que le précédent (1 à 2 cm), et est quant à lui parfaitement bien conservé sur toute la plate-forme de cet étage, ce qui rend la fouille particulièrement difficile. Cette US a tout de même été piquetée sur une surface de 35 par 25 cm et a permis de mettre au jour l'US suivante.

- US 106 : US la plus ancienne conservée sur cette plate-forme, il s'agit d'un niveau de circulation, marqué par la présence de charbons de petite taille (moins de 5 mm) et

d'un sédiment brun clair mêlé à quelques graviers. Cette US repose directement sur le rocher et a été fortement altérée par la calcite. Des plaques de sédiment aggloméré par les concrétions ont été prélevées pour en extraire les charbons pour datation.

Berni, Sondage 1

- US 100 : niveau de labours limoneux brun homogène. Inclusions de rares cailloux et galets (5-10 cm), cailloutis fin. Présence de mobilier (scories, TCA, amphore, céramique). Son épaisseur varie entre 25 et 40 cm.
- US 101 : argile jaune homogène assez compacte et sans inclusions. Il s'agit d'un litage de niveaux très fins, pouvant correspondre à des recharges de sol successives. Des traces grises se rencontrent au contact avec le niveau inférieur. Seul un tesson y a été recueilli. Elle est recouverte par les US 102 et 100, et repose sur l'US 105.
- US 102 : couche hétérogène grise/noire limoneuse avec des inclusions nombreuses de charbons, peu dense. Ce niveau est horizontal, il ne suit pas la pente naturelle actuelle. Cette US a été entaillée par des labours profonds et se présente sous forme de bandes conservées entre les empreintes de décompactage. Elle recouvre les US 101, 103 et 105.
- US 103 : niveau argilo-limoneux gris, de consistance meuble, assez hétérogène avec des inclusions de cailloutis et du mobilier, dont des tessons à plat. Elle est recouverte par l'US 102 et repose sur l'US 104.
- US 104 : sous l'US 103, ce niveau horizontal lui aussi est constitué d'un limon gris-vert meuble homogène. Il présente des inclusions de terre rubéfiée et de petits cailloux de 1 à 3 cm de côté. Cette US se prolonge sous l'US 105. Niveau d'arrêt de la fouille.
- US 105 : couche gris foncée argilo-limoneuse renfermant des charbons. Elle sert d'appui à l'US 106 et est recouverte par l'US 101 à l'exception d'une fine bande au sud. Elle prend place sur l'US 104. Cette US n'a pas été fouillée.
- US 106 : lentille argileuse grisée homogène, sans inclusions. Trace ponctuelle de rubéfaction au nord-ouest sur une dizaine de cm de côté, en limite d'emprise. Elle est installée dans l'US 105 et est scellée par l'US 101. US non fouillée.

Berni, Sondage 2

- US 200 : niveau de labours limoneux brun homogène. Il contient du mobilier (amphores, céramique et résidus de métallurgie) et quelques petits cailloux en inclusions. Son épaisseur varie entre 25 et 35 cm.
- US 201 : limon argileux ponctuellement sableux contenant des déchets de métallurgie : scories, parois de four ou foyer, argile rubéfiée, petits blocs de pierre chauffés. Cette couche n'est pas en place et correspond à un glissement de mobilier depuis la pente. Son épaisseur atteint une vingtaine de cm.
- US 202 : terrain naturel, argileux, atteint à une profondeur de 50 à 60 cm. Equivalent aux US 401 et 501.

Berni, Sondage 3

- US 300 : niveau de labours limoneux brun homogène, qui contient du mobilier (amphores, céramique et résidus de métallurgie) et quelques petits cailloux en inclusions. Son épaisseur varie entre 25 et 40 cm.
- US 301 : argile jaune compacte qui contient quelques charbons millimétriques. Elle recouvre l'US 302 vers le nord.
- US 302 : couche charbonneuse compacte limitée par l'US 305 au nord. Elle contient des graviers rubéfiés et des nodules d'argile brûlés. Elle repose sur l'US 304 et est recouverte par les US 301 et 303.
- US 303 : couche argileuse hétérogène contenant des éclats de pierres pouvant être chauffés, de la terre rubéfiée et quelques charbons. Recouvre les US 302, 301 et 304.
- US 304 : argile jaune mêlée à du limon gris. Inclusions peu nombreuses d'éclats de pierre parfois chauffés, de charbons ponctuels et de quelques nodules d'argile rubéfiée. Cette US apparaît sous l'US 303 et elle passe sous 302.
- US 305 : argile jaune-ocre contenant des blocs de petite taille (2 à 5 cm), quelques charbons millimétriques et quelques nodules rubéfiés. Elle coupe l'US 302 et se trouve sous l'US 301, en bordure nord du sondage.
- US 306 : US sablonneuse ocre foncé avec des inclusions de graviers et de blocs pluricentimétriques. Elle se trouve sous l'US 305 et passe sous l'US 302. Les blocs semblent indiquer un effet de paroi.
- US 307 : lentille argileuse fine sans inclusions de couleur grisâtre. Elle apparaît sous l'US 302 et n'a pas été fouillée.

Berni, Sondage 4

- US 400 : terre végétale labourée, brune et homogène. Contient du mobilier et des petites pierres de taille centimétrique.
- US 401 : terrain naturel, argileux, ocre. Equivalent aux US 202 et 501.

Berni, Sondage 5

- US 500 : terre végétale labourée, brune et homogène. Contient du mobilier et des petites pierres de taille centimétrique.
- US 501 : terrain naturel, argileux, de couleur grise. Equivalent aux US 401 et 202.

Bibliographie

Abila R. 1994 : *La Chapelle de Saint-Barthélémy, Durban-sur-Arize*, SRA Midi-Pyrénées.

Abila R. 1995 : *Durban-sur-Arize (Ariège). Campagne de prospection et de sondages archéologiques*, DFS d'évaluation archéologique, SRA Midi-Pyrénées.

Abraham P. 2006 : *Mission d'étude et d'expertise des sites miniers et métallurgiques en Midi-Pyrénées. Ariège*, SRA Midi-Pyrénées.

Abraham P. 2009 : *Étude des anciens travaux miniers et des ateliers de transformation de minerais en Midi-Pyrénées. Bilan d'étape Missions de 2004 à 2008*, Rapport de prospection, SRA Midi-Pyrénées.

Adam A.-M. 2007 : Les importations méditerranéennes en Gaule interne aux IVe et IIIe siècles avant notre ère, in : Mennessier-Jouannet C., Adam A.-M. et Milcent P.-Y. éd. : *La Gaule dans son contexte européen aux IVe et IIIe s. av. n. è, Actes du XXVIIe colloque international de l'AFEAF, Clermont-Ferrand, 29 mai-1er juin 2003*, MAM, Lattes, 255-263.

Adroit S. 2020 : Traditions funéraires dans le sud-ouest de la France durant l'âge du Fer, in : Pierrevelcin G., Kysela J. et Fichtl S. éd. : *Unité et diversité du monde celtique, Actes du 42e colloque international de l'AFEAF de Prague, 10-13 mai 2018*, AFEAF 2, Paris, 263-269.

Ambert P. 1995 : Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault) : quinze ans de recherches. Etat de la question, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 92-4, 449-508. https://doi.org/10.3406/bspf.1995.10066

Ambert P. 1999 : Grandeurs et décadences des exploitations de cuivre de Cabrières (Hérault) entre néolithique et moyen âge, *Pallas*, 391-404. https://doi.org/10.3406/palla.1999.1565

Ancel B. 1997 : Relevés topographiques et archéologiques en anciennes mines : méthodologie d'un outil d'interprétation, in : International Union of Speleology/Swiss Speleological Society éd. : *Proceedings of the 12th International Congress of Speleology. La Chaux de Fonds. Switzerland*, 195-198.

Ancel B., Cottet M., Kammenthaler E., Morin D., Oppizzi P. et Tizzoni M. 1998 : La mine de cuivre de Campolungo (BS) : une exploitation révolutionnaire de l'Âge du Fer. Premières hypothèses et observations, *Notizie Archeologiche Bergomensi, Periodico di archeologia del Civico Museo Archeologico di Bergamo*, 6, 163-183.

Ancel B., Dardignac C., Parent G. et Beyrie A. 2001 : La mine de cuivre des Trois Rois à Banca, vallée de Baïgorry (Pyrénées-Atlantiques), in : Sablayrolles R. éd. : *Les ressources naturelles des Pyrénées. Leur exploitation durant l'Antiquité*, Entretiens d'archéologie et d'histoire, St-Bertrand-de-Comminges, 179-194.

Ancel B., Parent G., Beyrie A., Kammenthaler E. et Dardignac C. 2012 : Stratégie d'exploitation et galeries d'exhaure dans la mine de cuivre antique de Banca (St Etienne de Baigorry, Pyrénées-Atlantiques), in : Bost J.-P. éd. : *L'eau : usages, risques et représentations, dans le Sud-Ouest de la Gaule et le Nord de la péninsule Ibérique, de la fin de l'âge du Fer à l'Antiquité tardive (IIe siècle avant J.-C.-VIe siècle après J.-C.), colloque (Dax 2009)*, Suppl. Aquitania 21, Bordeaux, 169-194.

Andreau J. 2010 : *L'économie du monde romain*, Le monde : une histoire. Mondes anciens, Paris.

Anonyme 1873 : *Compte-rendu de visite Recherche de cuivre de Castelnau-Durban du 25 août 1873*, BRGM.

Anonyme 1890 : *Visite du 12 juin 1890*, BRGM.

Anonyme 1903 : *Recherches de cuivre de Rimont et Castelnau-Durban. P.-V. de visite du contrôleur des mines du 29 juillet 1903*, BRGM.

Anonyme 1904 : *Demande en permis de vente de M. A. Simon. Rapport du S.I.M. en date du 17-10-1904*, BRGM.

Anonyme 1907a : *Avis de l'Ingénieur Chef des Mines sur la demande en concession de mines métalliques présentée par M. Lacroix*, BRGM.

Anonyme 1907b : *Mémoire à l'apport de la demande en concession de mines de cuivre, plomb, argent et autres métaux sur le territoire des communes de Rimont, Castelnau-Durban et Esplas présentée par M. Gaston Lacroix*, BRGM.

Anonyme 1909 : *Rimont. Plan des travaux de La Calotte. 1/500*, BRGM.

Anonyme non daté : *Plan de la concession de Montcoustand*, BRGM.

Antolinos Marín J. A. et Rico C. 2012 : El complejo mineralúrgico de época tardorrepublicana del Cabezo del Pino (Sierra de Cartagena, Murcia), in : Zarzalejos Prieto M., Hevia Gómez P. et Mansilla Plaza L. éd. : *Paisajes mineros antiguos en la Península Ibérica. Investigaciones recientes y nuevas líneas de trabajo*, Madrid, 69-90.

Arboledas Martínez L., Alarcón García E., Contreras Cortés F. et Moreno Onorato A. 2018 : Evolución de la minería antigua en el valle del Rumblar (Baños de la Encina, Jaén), in : García Pulido L., Arboledas Martínez L., Alarcón García E. et Contreras Cortés F. éd. : *Presente y futuro de los paisajes mineros del pasado: estudios sobre minería, metalurgia y poblamiento*, Granada, 31-43.

Arboledas Martínez L., Fabre J.-M. et Mantenant J. 2011 : Primera exploración arqueológica de las minas romanas de Sierra Morena oriental: El Centenillo (Baños de la Encina, Jaén), *Zephyrus*, 68, 211-228.

Arles A., Clerc P., Sarah G., Téreygeol F., Bonnamour G., Heckes J. et Klein A. 2013 : 3D reconstruction and modeling of subterranean landscapes in collaborative mining archeology projects: techniques, applications and experiences, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5/W2, 61-66.

Artioli G., Angelini I., Tecchiati U. et Pedrotti A. 2015 : Eneolithic copper smelting slags in the Eastern Alps: local patterns of metallurgical exploitation in the Copper Age, *Journal of Archaeological Science*, 63, 73-83. https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.08.013

Ayrault J.-F. 2000 : *Château de Saint Barthélemy, Durban-sur-Arize, Ariège*, DFS d'évaluation archéologique, SRA Midi-Pyrénées.

Bailly-Maître M.-C. 1997 : Mines et métallurgie, in : *La recherche archéologique en France. Bilan 1990-1994 et programmation scientifique du Conseil national de recherche archéologique*, Paris, 175-188.

Bailly-Maître M.-C., Houlès N. et Landes C. 1984 : Le site minier antique de Pioch-Farrus (Commune de Cabrières, Hérault) : recherches préliminaires, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 327-337. https://doi.org/10.3406/ran.1984.1260

Baron S., Mahé-Le Carlier C. et Ploquin A. 2010 : Géochimie isotopique du plomb en archéologie minière et métallurgique : exemple du Mont Lozère dans les Cévennes, *ArchéoSciences*, 34, 149-157. https://doi.org/10.4000/archeosciences.2723

Baron S., Tamas C. G., Rivoal M., Cauuet B., Telouk P. et Albarède F. 2019 : Geochemistry of gold ores mined during Celtic times from the North-Western French Massif Central, *Scientific Reports*, 9, 17816. https://doi.org/10.1038/s41598-019-54222-x

Barral P. 2016 : Production, échanges et urbanisation, *L'archéologue*, 139, 50-55.

Barral P. et Lallemand D. 2014 : Les agglomérations ouvertes du IIe siècle av. J.-C. à spécialisation artisanale et commerciale : deux exemples du Centre-Est de la France, Varennes-sur-Allier (Allier) et Verdun-sur-le-Doubs (Saône-et-Loire), in : Hornung S. éd. : *Produktion-Distribution-Ökonomie. Siedlungs- und Wirtschaftsmuster der Latènezeit*, Bonn, 205-230.

Barrouillet V., Lamy A., Mut G., Pineda J. et Siret A. 1989 : Mines et fonderies antiques et médiévales du Canigou, in : Domergue C. éd. : *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale*, Toulouse, 13-30.

Barrouquère G., Pélissonier H. et Castaing C. 1976 : *Carte géologique de la France à 1/50 000. 1074, St Girons*, Orléans.

Barruol G. 1980 : Le pays des Sordes, in : Barruol G. éd. : *Ruscino, Château-Roussillon, Perpignan (P.-O.). I., État des travaux et des recherches en 1975, Actes du colloque de Perpignan*, Suppl. RAN 7, Paris, 29-35.

Barruol G. 2000 : Les peuples préromains du Sud du Massif Central d'après les sources écrites, in : Dedet B., Gruat P., Marchand G., Py M. et Schwaller M. éd. : *Aspects de l'Âge du Fer dans le Sud du Massif Central, Actes du XXIe Colloque International de l'AFEAF Conques-Montrozier 8-11 mai 1997*, MAM 6, Montagnac, 7-18.

Barruol G. et Gourdiole R. 1982 : Les mines antiques de la Haute Vallée de l'Orb, in : Domergue C. éd. : *Mines et fonderies antiques de la Gaule*, Paris, 79-93.

Bats M. 1986 : Le vin italien en Gaule au IIe-Ier s. av. J.-C. : problèmes de chronologie et de distribution, *Dialogues d'histoire ancienne*, 12-1, 391-430. https://doi.org/10.3406/dha.1986.1732

Bats M. 2011 : Métal, objets précieux et monnaie dans les échanges en Gaule méridionale protohistorique (VIIe-IIe s. a.C.), in : *Barter, money and coinage in: the Ancient Mediterranean (10th-1st Centuries BC), Actas del IV Encuentro peninsular de numismatica antigua*, Anejos de AESPA 58, Madrid, 97-109.

Bémont C. et Jacob J.-P. 1986 : *La terre sigillée gallo-romaine. Lieux de production du Haut-Empire : implantations, produits, relations*, DAF 6, Paris.

Benquet L. 2007 : Les importations de vin italique dans le Toulousain au cours du IIe s. a.C., in : Vaginay M. et Izac-Imbert L. éd. : *Les âges du Fer dans le Sud-Ouest de la France, XVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Suppl. Aquitania 14/1, Bordeaux, 435-448.

Benquet L. 2016 : Les amphores découvertes au Domaine des Forges, in : Fabre J.-M., Domergue C. et Dabosi F. éd. : *Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013)*, Suppl. RAN 43, Montpellier, 216-231.

Benquet L., Geneviève V. et Gorgues A. 2016 : La culture matérielle de la population sidérurgique des Martys : céramique, amphores, monnaies, in : Fabre J.-M., Domergue C. et Dabosi F. éd. : *Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013)*, Suppl. RAN 43, Montpellier, 185-246.

Berbain C., Favreau G. et Aymar J. 2005 : *Mines et minéraux des Pyrénées-Orientales et des Corbières*, Carry-le-Rouet.

Berdeaux-Le Brazidec M.-L. et Feugère M. 2006 : Deux dépôts monétaires d'époque républicaine découverts dans l'Aude, *Cahiers Numismatiques*, mars, 25-43.

Bertraneu J. 1958 : *Reconnaissance préliminaire des gîtes métallifères des Massifs de l'Arize et du St Barthélémy (Ariège)*, BRGM.

Bertraneu J. et Bois J.-P. 1959 : *Note sur le gîte de Lagarde (Plomb) (Massif de l'Arize, Ariège)*, BRGM.

Bertraneu J. et Passaqui B. 1959 : *Minéralisations Pb-Zn de Rimont - Le Sarrat de Milles*, BRGM.

Beyrie A. 2003 : *Mines et métallurgies antiques au Pays Basque. Un vecteur de romanisation ?*, thèse de doctorat, université de Toulouse Le Mirail.

Beyrie A. 2015 : Aux origines de la sidérurgie Tarbelle, *Kobie, Serie paleoantropología*, 34, 65-79.

Beyrie A. 2021 : *L'exploitation de plomb argentifère au Ier s. ap. J.-C. en forêt d'Haira (64). Premiers sondages archéologiques et potentialités d'études*, Rapport de prospection thématique 2019-2020, SRA Nouvelle Aquitaine.

Beyrie A., Fabre J.-M., Kammenthaler E., Mantenant J., Munteanu G. et Rico C. 2011 : Une vaste exploitation minière du second Âge du fer. La mine de cuivre des Barrencs (Lastours, Fourne-Cabardès, Aude), *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 44, 39-56. https://doi.org/10.3406/ran.2011.1818

Beyrie A., Fabre J.-M. et Sablayrolles R. 2000 : Les hommes de fer du dieu Ageio. Exploitation antique du fer dans les Hautes Baronnies (Hautes-Pyrénées), *Gallia*, 57, 37-52. https://doi.org/10.3406/galia.2000.3208

Beyrie A. et Kammenthaler E. 2005 : Le centre sidérurgique antique de Larla (Saint-Martin-d'Arossa), *Bulletin du Musée Basque*, 165, 21-38.

Beyrie A. et Kammenthaler E. 2008 : Aux origines de l'activité minière dans les Pyrénées occidentales. L'exploitation du cuivre, du fer, de l'or et de l'argent, *Archéopages*, 22, 28-31.

Béziat D., Coustures M.-P. et Tollon F. 2016 : Les minerais de fer de la Montagne Noire : minéralogie et chimie, in : Fabre J.-M., Domergue C. et Dabosi F. éd. : *Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013)*, Suppl. RAN 43, Montpellier, 289-300.

Bilotte M., Casteras M., Peybernès B., Rey J., Soula J. C. et Taillefer F. 1988 : *Carte géologique de la France à 1/50 000. 1075, Foix*, Orléans.

Blas Cortina M. A. 2014 : El laboreo del cobre en la Sierra del Aramo (Asturias) como referente cardinal de la minería prehistórica en la Región Cantábrica, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 24, 45-84. http://hdl.handle.net/10651/38947

Blázquez Martínez J. M. 1991 : *Agricultura y minería romanas durante el alto imperio*, Madrid.

Boisson M. 1975 : *Contribution à l'étude d'anciens gîtes de cuivre des Pyrénées centrales (Ariège, Haute-Garonne)*, thèse de doctorat, université de Besançon.

Bonnamour G., Florsch N. et Téreygeol F. 2007 : Les prospections des ferriers de Castel-Minier : approche interdisciplinaire, *ArchéoSciences*, 31, 37-44. https://doi.org/10.4000/archeosciences.712

Bost J.-P. et Fabre G. 1988 : Aux origines de la province de Novempopulanie : nouvel examen de l'inscription d'Hasparren, *Aquitania*, 6, 169-178. https://doi.org/10.3406/aquit.1988.1059

Boube E. 1996 : *Le trophée augustéen*, Collections du Musée archéologique départemental de St-Bertrand-de-Comminges 4, St-Bertrand-de-Comminges.

Bouquet L., Figueroa-Larre V., Laroche M., Guendon J.-L. et Ambert P. 2006 : Les Neuf-Bouches (district minier de Cabrières-Péret), la plus ancienne exploitation minière de cuivre de France : travaux récents, conséquences, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 103-1, 143-159. https://doi.org/10.3406/bspf.2006.13400

Bourgarit D., Rostan P., Carozza L., Mille B. et Artioli G. 2010 : Vingt ans de recherches à Saint-Véran, Hautes-Alpes : état des connaissances de l'activité de production de cuivre à l'âge du Bronze ancien, *Trabajos de prehistoria*, 67-2, 269-285. https://doi.org/10.3989/tp.2010.10039

BRGM 1963 : *Division SO – Compte-rendu d'activité de janvier 1963*.

BRGM 1977 : *Note de la division SO à RDM/FE n° 65 du 16 novembre 1977*.

Brügmann G., Berger D. et Pernicka E. 2017 : Determination of the Tin Stable Isotopic Composition in Tin-bearing Metals and Minerals by MC-ICP-MS, *Geostandards and geoanalytical research*, 41-3, 437-448. https://doi.org/10.1111/ggr.12166

Brun P. 2007 : Une période de transition majeure en Europe : de la fin du IVe au début du IIe s. av. J.-C. (La Tène B2 et C), in : Mennessier-Jouannet C., Adam A.-M. et Milcent P.-Y. éd. : *La Gaule dans son contexte européen aux IVe et IIIe s. av. n. è., Actes du XXVIIe colloque international de l'AFEAF, Clermont-Ferrand, 29 mai-1er juin 2003*, MAM, Lattes, 377-384.

Buchsenschutz O., Gruel K. et Lejars T. 2012 : L'âge d'or de l'aristocratie celtique, IVe et IIIe siècles av. J.-C., *Annales. Histoire, sciences sociales*, 2012/2, 295-324. https://www.cairn.info/revue-annales-2012-2-page-295.htm

Callegarin L. 2007 : L'ensemble monétaire "aquitain sud-occidental" au second âge du Fer : une première approche, in : Vaginay M. et Izac-Imbert L. éd. : *Les âges du Fer dans le Sud-Ouest de la France, XVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Suppl. Aquitania 14/1, Bordeaux, 209-226.

Callegarin L. et García Bellido M. P. 2012 : Métal, objets d'échanges et systèmes pondéraux en Péninsule Ibérique et dans le Sud-Ouest de la Gaule durant l'Antiquité, in : Pion P. et Formoso B. éd. : *Monnaie antique, monnaie moderne, monnaies d'ailleurs… Métissages et hybridations*, Colloques de la Maison René-Ginouvès 8, Paris, 117-139.

Callegarin L., Geneviève V. et Hiriart E. 2013 : Production et circulation monétaire dans le sud-ouest de la Gaule à l'âge du Fer (IIIe-Ier s. a.C.), in : Colin A. et Verdin F. éd. : *L'âge du Fer en Aquitaine et sur ses marges. Mobilité des hommes, diffusion des idées, circulation des biens dans l'espace européen à l'âge du Fer*, Suppl. Aquitania 30, Bordeaux, 185-218.

Camarero L., Masqué P., Devos W., Ani-Ragolta I., Catalan J., Moor H. C., Pla S. et Sanchez-Cabeza J. A. 1998 : Historical Variations in Lead Fluxes in the Pyrenees (Northeast Spain) from a Dated Lake Sediment Core, *Water, Air, and Soil Pollution*, 105, 1-2, 439-449. https://doi.org/10.1023/A:1005005625972

Cambon C. 1989 : Mines et sites métallurgiques antiques des Corbières (Aude), in : Domergue C. éd. : *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale*, Perpignan, 31-36.

Canérot J. 2008 : *Les Pyrénées. Histoire géologique*, Biarritz.

Carozza L. 1987 : *Rapport de fouille de sauvetage programmé sur le site de la Tour d'Opio (Saint-Jean-de-Verges, Ariège)*, SRA Midi-Pyrénées.

Cauuet B. 1997 : Boisages et techniques d'exhaure gaulois à la mine d'or de la Fagassière (Château-Chervix, Haute-Vienne), *Pallas*, 46, 197-218. https://doi.org/10.3406/palla.1997.1443

Cauuet B. 1999 : L'exploitation de l'or en Gaule à l'Age du Fer, in : Cauuet B. éd. : *L'or dans l'Antiquité de la mine à l'objet.* Actes du Colloque International de Limoges 1994, Suppl. Aquitania 9, Bordeaux, 31-86. https://aquitania.u-bordeaux-montaigne.fr/_jumi/pdf/1307.pdf

Cauuet B. 2000 : Techniques de boisage dans les mines d'or gauloises du sud-ouest du Massif Central, *Gallia*, 57, 129-146. https://doi.org/10.3406/galia.2000.3214

Cauuet B. 2001a : L'exploitation des gisements aurifères de la Gaule dans l'Antiquité, in : Cauuet B., Domergue C., Gomez J., Hauteneauve H., Moret P. et Ugaglia E. éd. : *L'or de Tolosa*, Graulhet, 29-64.

Cauuet B. 2001b : Mines d'or des Pyrénées dans l'Antiquité. État des connaissances en haute Ariège, in : Sablayrolles R. éd. : *Les ressources naturelles des Pyrénées. Leur exploitation durant l'Antiquité,* Entretiens d'archéologie et d'histoire, St-Bertrand-de-Comminges, 155-177.

Cauuet B. 2004 : *L'or des Celtes du Limousin*, Culture et patrimoine en Limousin, Limoges.

Cauuet B. 2005 : Les mines d'or antiques d'Europe hors péninsule Ibérique. État des connaissances et travaux récents, *Pallas*, 67, 241-292.

Cauuet B. 2013 : Les ressources métallifères du Massif Central à l'âge du Fer, in : Verger S. et Pernet L. éd. : *Une Odyssée gauloise. Parures de femmes à l'origine des premiers échanges entre la Grèce et la Gaule*, AMA 4, Arles, 86-95.

Cauuet B., Domergue C. et Urteaga M. 2005 : Mines et métallurgies en Aquitaine et en Hispanie septentrionale sous les Julio-Claudiens, in : *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque Julio-Claudienne. Organisation et exploitation des espaces provinciaux*, Suppl. Aquitania 13, Bordeaux, 423-460.

Cauuet B. et Tămaş C. G. 2012 : Les travaux miniers antiques de Roşia Montană (Roumanie). Apports croisés entre archéologie et géologie, in : Orejas A. et Rico C. éd. : *Minería y metalurgia antiguas. Visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, coll. de la Casa de Velázquez 128, Madrid, 219-241. https://books.openedition.org/cvz/17499

Cauuet B. et Tămaş C. G. 2017 : Une source de l'or pyrénéen et son exploitation dans l'Antiquité, *Treballs d'Arqueologia*, 21, 205-222. https://doi.org/10.5565/rev/tda.63

Cauuet B., Tămaş C. G., Boussicault M. et Munoz M. 2018 : Quantités et contrôle de l'or produit à l'âge du fer en Gaule du Centre-Ouest, in : Rico C. et Orejas A. éd. : *Los metales preciosos: de la extracción a la acuñación (Antigüedad-Edad Media)*, Mélanges de la Casa de Velázquez. Nouvelle Série, 48 (1), Madrid, 13-42. https://doi.org/10.4000/mcv.8174

Chaves Tristán F. et Otero Morán P. 2002 : Los hallazgos monetales, in : Blázquez Martínez J. M., Domergue C. et Sillières P. éd. : *La Loba (Fuenteobejuna, Courdoue, Espagne). La mine et le village minier antiques*, Mémoires 7, Bordeaux, 163-230.

Chazelles C.-A. et Ugolini D. 2015 : *Montlaurès (Narbonne, Aude) à la fin du premier âge du Fer*, MAM 36, Lattes.

Chiron J.-C. 1996 : Cadre géologique, in : Barnolas A. et Chiron J.-C. éd. : *Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées. Vol. 1. Introduction. Géophysique. Cycle hercynien*, Orléans, 29-34.

Christol M. 1994 : Pline l'ancien et la *formula* de la province de Narbonnaise, in : Demougin S. éd. : *La mémoire perdue : à la recherche des archives oubliées, publiques et privées, de la Rome antique*, Paris, 45-63. https://books.openedition.org/psorbonne/25059

Christol M. 2009 : Géographie administrative et géographie humaine entre Rhône et Pyrénées, in : *Espaces et sociétés à l'époque romaine : entre Garonne et Ebre, Actes de la table ronde de Pau 26-27 janvier 2007*, coll. Archéologie des Pyrénées occidentales et des Landes hors-série 4, Pau, 27-37.

Christol M. 2010 : *Une histoire provinciale. La Gaule narbonnaise de la fin du IIe siècle av. J.-C. au IIIe siècle ap. J.-C.*, Paris.

Christol M. et Nony D. 2011 : *Rome et son empire*, Paris.

Clouet A. 1964 : *Rapport de documentation. Concession de Montcoustand (Ariège)*, BRGM.

Colin A. et Verdin F. 2013 : Habitat et territoire du nord au sud de la Gaule : regards croisés, in : Krausz S., Colin A., Gruel K., Ralston I. et Dechezleprêtre T. éd. : *L'Âge du Fer en Europe. Mélanges offerts à Olivier Buchsenschutz*, Bordeaux, 235-246.

Colpani F., Angelini I., Artioli G. et Tecchiati U. 2009 : Copper smelting activities at the Millan and Gudon chalcolithic sites (Bolzano, Italy): chemical and mineralogical investigations of the archaeometallurgical finds, in : Moreau J.-F., Auger R., Chabot J. et Herzog A. éd. : *Actes du 36th International Symposium of Archaeometry/Actes du 36e Symposium International d'Archéométrie, May 2nd-6th, 2006*, Québec, 367-374.

Contreras Cortés F., Moreno Onorato A. et Cámara Serrano J. A. 2010 : Los inicios de la minería. La explotación del mineral de cobre, in : Contreras Cortés F. et Dueñas Molina J. éd. : *La minería y la metalurgia en el alto Guadalquivir: desde sus orígenes hasta nuestros días*, Jaén, 43-121.

Coustures M.-P., Béziat D. et Domergue C. 2016 : Autres types de déchets : les fragments de meules de type pompéien, in : Fabre J.-M., Domergue C. et Dabosi F. éd. : *Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013)*, Suppl. RAN 43, Montpellier, 333-337.

Cunill R., Métailié J.-P., Galop D., Poublanc S. et de Munnik N. 2015 : Palaeoecological study of Pyrenean lowland fir forests: Exploring mid-late Holocene history of *Abies alba* in Montbrun (Ariège, France), *Quaternary International*, 366, 37-50. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.12.050

Dabosi F. 2004 : Encadré 7 : la forge à la catalane, in : Mangin M. éd. : *Le fer*, coll. Archéologiques, Paris, 75-77.

Daubrée A. 1868 : Aperçu historique sur l'exploitation des métaux dans la Gaule, *Revue Archéologique*, 17, 299-313.

Daubrée A. 1881 : Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule. Notice supplémentaire, *Revue Archéologique*, 41, 261-284.

Davasse B. 2000 : *Forêts, charbonniers et paysans dans les Pyrénées de l'Est, du Moyen Âge à nos jours. Une approche géographique de l'histoire de l'environnement*, Toulouse.

Daveau I., Py M. 2015 : Grecs et Étrusques à Lattes : nouvelles données à partir des fouilles de la Cougourlude, in : Roure R. éd. : *Contacts et acculturations en Méditerranée occidentale. Hommages à Michel Bats, Actes du colloque de Hyères, 15-18 septembre 2001*, Etudes Massaliètes 12, Aix-en-Provence, 31-42.

Davies O. 1935 : *Roman Mines in Europe*, Oxford.

Dietrich 1786 : *Description des gîtes de minerai, des forges et des salines des Pyrénées, suivie d'observations sur le fer mazé et sur les mines des Sards en Poitou*.

De Launay L. 1889 : Mémoire sur l'industrie du cuivre dans la région d'Huelva (Rio-Tinto, S. Domingos, etc.), *Annales des Mines*, VIII-16, 427-516.

Decombeix P.-M. 2004 : Evaluer la quantité de scories que contient un ferrier : pourquoi et comment faire ?, in : Mangin M. éd. : *Le fer*, Paris, 192-198.

Decombeix P.-M., Domergue C., Fabre J.-M., Gorgues A., Rico C., Tollon F. et Tournier B. 2000 : Réflexions sur l'organisation de la production du fer à l'époque romaine dans le bassin supérieur de la Dure, au voisinage des Martys, *Gallia*, 57, 23-36. https://doi.org/10.3406/galia.2000.3207

Dedet B. 2003 : Entre monde méditerranéen et Gaule intérieure : les Cévennes à l'âge du Fer, in : *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne. Hommage à Guy Barruol*, Suppl. RAN 35, Montpellier, 191-207.

Dercourt J. 2002 : *Géologie et géodynamique de la France Outre-mer et européenne*, Paris.

Dieulafait C. 2014 : Saint-Lizier et Saint-Girons (Ariège). Notes sur une décennie de découvertes (1990-2000), in : Boube E., Bouet A. et Colleoni F. éd. : *De Rome à* Lugdunum *des Convènes. Itinéraire d'un Pyrénéen par monts et par vaux. Hommages à Robert Sablayrolles*, Mémoires 35/Suppl. Aquitania 31, Bordeaux, 181-196.

Dillmann P., Téreygeol F. et Verna C. 2006 : Premières analyses métallographiques des produits sidérurgiques trouvés sur le site médiéval de Castel-Minier (Aulus-les-Bains, 09), *ArchéoSciences*, 30, 7-14. https://doi.org/10.4000/archeosciences.122

Disser A., Dubois C. et Lamiable J.-N. 2020 : *Mines et métallurgie du fer pour les périodes historiques dans le département de l'Ariège. Prospections thématiques 2020*, Rapport de prospection, SRA Occitanie.

Domergue C. 1983 : *La mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les tables de Bronze de Vipasca*, Paris.

Domergue C. 1986 : Dix-huit ans de recherche (1968-1986) sur les mines d'or romaines du nord-ouest de la Péninsule Ibérique, in : *Actas I Congreso Internacional Astorga Romana*, Astorga, 7-101.

Domergue C. 1990 : *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*, coll. de l'École Française de Rome, Rome.

Domergue C. 1993 : *Un centre sidérurgique romain de la Montagne Noire. Le domaine des Forges (Les Martys, Aude)*, Suppl. RAN 27, Paris.

Domergue C. 2008 : *Les mines antiques*, Antiqua, Paris.

Domergue C. et Bordes J. -L 2004 : La roue élévatoire de la mine romaine de Tharsis (Huelva, Espagne). Étude archéologique et technique de ce type de roue, in : Minonzio F. éd. : *Problemi di macchinismo in ambiento romano, macchine idrauliche nella letteratura tecnica, nelle fonti striografichee nelle evidenze archeologiche di età imperiale*, Archeologia dell'Italia Settentrionale 8, Como, 87-105.

Domergue C. et Hérail G. 1999 : Conditions de gisement et exploitation antique à Las Médulas (León, Espagne), in : Cauuet B. éd. : *L'or dans l'Antiquité de la mine à l'objet*, actes du colloque international de Limoges 1994, Suppl. Aquitania 9, Bordeaux, 93-116.

Domergue C. et Leroy M. 2000 : L'état de la recherche sur les mines et les métallurgies en Gaule, de l'époque gauloise au haut Moyen Âge, *Gallia*, 57, 3-10. https://doi.org/10.3406/galia.2000.3017

Domergue C., Moret P. et Vidal M. 2002 : Toulouse à la fin de l'âge du Fer, in : Pailler J.M. éd. : *Tolosa. Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, collection de l'École Française de Rome, Toulouse, 77-99.

Domergue C. et Rico C. 2014 : Les itinéraires du commerce du cuivre et du plomb hispaniques à l'époque romaine dans le monde méditerranéen, *Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de la Corse*, 746-747, 135-168.

Domergue C. et Sillières P. 2002 : Un village minier de la Sierra Morena vers 100 a.C., in : Blázquez Martínez J. M., Domergue C. et Sillières P. éd. : *La Loba (Fuenteobejuna, Courdoue, Espagne). La mine et le village minier antiques*, Mémoires 7, Bordeaux, 383-398.

Domergue C. et Tollon F. 2002 : La mine, les minerais, les métaux (cuivre, argent, plomb), in : Blázquez Martínez J. M., Domergue C. et Sillières P. éd. : *La Loba (Fuenteobejuna, Courdoue, Espagne). La mine et le village minier antiques*, Mémoires 7, Bordeaux, 53-77.

Dubatik C. 1981 : *Recherche sur les travaux miniers du Haut-Salat. 1re partie : les mines d'Aulus-les-Bains*.

Dubois C. 1990 : *La forêt charbonnée. Histoire des forêts et impact de la métallurgie dans les Pyrénées ariégeoises au cours des deux derniers millénaires*.

Dubois C. 1993 : Mines, Métallurgie et Forêts Antiques des Pyrénées Ariégeoises, *Bulletin de la société de géographie de Toulouse*, 274, 37-51.

Dubois C. 1996 : L'ouverture par le feu dans les mines : histoire, archéologie, et expérimentations, *Revue d'archéométrie*, 20, 33-46. https://doi.org/10.3406/arsci.1996.935

Dubois C. 1997 : Le site sidérurgique antique de Lercoul (Ariège), *Pallas*, 46, 265-268. https://doi.org/10.3406/palla.1997.1448

Dubois C. 1998 : *Paléo-sidérurgie, mine et charbonnières anciennes. Forêt royale de Lercoul (Ariège). DFS 1995-1998*, SRA Midi-Pyrénées.

Dubois C. 1999a : Lercoul, Forêt Royale, *Bilan Scientifique Régional Midi-Pyrénées*, 1997, 38.

Dubois C. 1999b : Les mines de plomb argentifère et zinc d'Aulus-les-Bains (Ariège), *Archéologie du Midi Médiéval*, 17, 187-211. https://doi.org/10.3406/amime.1999.928

Dubois C. 1999c : *Relevé laser, expérimentations filmées de charbonnage en meule et de réduction directe en bas fourneau. Forêt-Royale de Lercoul (Ariège)*, SRA Midi-Pyrénées.

Dubois C. 2000 : Lercoul (Pyrénées ariégeoises). Un site sidérurgique du IIIe s. de notre ère, *Gallia*, 57, 53-62. https://doi.org/10.3406/galia.2000.3209

Dubois C. et Guilbaut J. E. 1982 : Antiques mines de cuivre du Séronais (Pyrénées Ariégeoises), in : CNRS éd. : *Mines et fonderies antiques de la Gaule*, Paris, 95-123.

Dubois C. et Guilbaut J. E. 1986 : Les exploitations minières antiques de Rivèrenert et des Abères, commune de Rivèrenert (Ariège), in : Braemer F. éd. : *Les ressources minérales et l'histoire de leur exploitation*, Colloques du C.T.H.S. 2, Paris, 91-116.

Dubois C. et Guilbaut J. E. 1988 : Relation entre les gîtes métalliques et les techniques d'exploitation minières antiques en Ariège, in : CTHS éd. : *Les techniques minières de l'Antiquité au XVIIIe siècle, Actes du colloque international sur les ressources minières et l'histoire de leur exploitation de l'Antiquité à la fin du XVIIIe siècle*, Paris, 79-96.

Dubois C. et Guilbaut J. E. 1989 : Un exemple d'exploitation minière antique dans les Pyrénées ariégeoises : la mine du Rougé à Esplas-de-Sérou, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 22, 363-370. https://doi.org/10.3406/ran.1989.1347

Dubois C., Guilbaut J. E. et Tollon F. 1997 : Les anciennes métallurgies du front montagnard ariégeois (Fer et non ferreux, Ier siècle avant notre ère à XIIIe siècle), *Archéologie en Languedoc*, 21, 203-215.

Dubois C. et Métailié J.-P. 1991 : *Mines, métallurgie et forêts dans les Pyrénées Ariégeoises de l'Antiquité au Moyen-Âge*, SRA Midi-Pyrénées.

Dubois C. et Métailié J.-P. 1992 : *Mines, métallurgie et forêts dans les Pyrénées Ariégeoises de l'Antiquité au Moyen-Âge : Rapport scientifique 1992. Synthèse 1991-1992*, SRA Midi-Pyrénées.

Dunyach I. 2013 : Sanctuaire de source gréco-romain de Fajouse d'en Tarrès, Argelès-sur-Mer, *Archéo 66*, 28, 13-14.

Ebel C. 1976 : *Transalpine Gaul: the emergence of a Roman province*, Leiden.

Escudé-Quillet J.-M. et Maissant C. 1996 : *L'Ariège*, CAG 09, Paris.

Fabre G. et Paillet J.-L. 2009 : *Saint-Bertrand-de-Comminges – IV – Le macellum*, Pessac.

Fabre J.-M. 2016a : Batterie, atelier et centre sidérurgique : les différentes formes de regroupement au domaine des Forges, in : Fabre J.-M., Domergue C. et Dabosi F. éd. : *Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013)*, Suppl. RAN 43, Montpellier, 181-184.

Fabre J.-M. 2016b : Réalisation de la plate-forme et choix des protocoles des essais, in : Fabre J.-M., Domergue C. et Dabosi F. éd. : *Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013)*, Suppl. RAN 43, Montpellier, 421-432.

Fabre J.-M. 2021 : *Rapport des sondages effectués à Saint-Lary (Ariège) dans le cadre de la prospection thématique "Anciennes mines des Pyrénées centrales"*, Rapport de sondages, SRA Occitanie.

Fabre J.-M., Beyrie A., Kammenthaler E., Mantenant J., Munteanu G. et Rico C. 2012 : La mine des Barrencs (Lastours, Fournes), *Patrimoine Cabardès*, 7, 23-28.

Fabre J.-M. et Coustures M.-P. 2005 : La recherche sur la sidérurgie en France. Chronique bibliographique 1985-2004, *Pallas*, 67, 293-326.

Fabre J.-M., Domergue C. et Dabosi F. 2016 : *Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013)*, Suppl. RAN 43, Montpellier.

Fabre J.-M., Meunier E., Souhassou M., Rico C. et Antolinos Marín J. A. 2017 : La mina romana de plomo argentífero de la Rambla del Abenque (Sierra Minera de Cartagena): morfología de los trabajos de extracción, tipos de mineralización y cronología de la explotación, in : García Pulido L., Arboledas Martínez L., Alarcón García E. et Contreras Cortés F. éd. : *Presente y futuro de los paisajes mineros del pasado: estudios sobre minería, metalurgia y poblamiento*, Granada, 131-139.

Fabre J.-M., Munoz M. et Meunier E. 2023 : Un témoin de l'activité minière à l'âge du Bronze dans les Pyrénées centrales : la mine de cuivre de Saint-Lary (Ariège), in : Meunier E., Fabre J.-M., Hiriart E., Mauné S. et Tamas C. G. éd. : *Mines et métallurgies anciennes. Mélanges en hommage à Béatrice Cauuet*, DAN@ 9, Pessac, 65-70.

Fabre J.-M., Sablayrolles R. 2002 : Carrières de marbre des Pyrénées centrales. Le point sur la recherche, *Gallia*, 59, 61-81. https://doi.org/10.3406/galia.2002.3097

Fabre J.-M., Sablayrolles R. et Tollon F. 2001 : L'exploitation antique du fer dans le haut bassin de l'Arros (Hautes-Pyrénées). Données techniques, in : Sablayrolles R. éd. : *Les ressources naturelles des Pyrénées. Leur exploitation durant l'Antiquité*, Entretiens d'archéologie et d'histoire, St-Bertrand-de-Comminges, 119-139.

Fages G. 2000 : L'habitat en Lozère au Bronze Final et aux Âges du Fer, in : Dedet B., Gruat P., Marchand G., Py M. et Schwaller M. éd. : *Aspects de l'Âge du Fer dans le Sud du Massif Central, Actes du XXIe colloque international de l'AFEAF Conques-Montrozier 8-11 mai 1997*, MAM 6, Montagnac, 51-59.

Ferdière A. 2008 : Les techniques artisanales en Gaule romaine : innovations et transfert de savoirs, in : Molin M. éd. : *Archéologie et histoire des techniques du monde romain*. Actes du colloque de la Société Française d'Archéologie Classique, coll. De l'archéologie à l'histoire, Paris.

Fernández-Lozano J., Palao-Vicente J. J., Blanco-Sánchez J. A., Gutiérrez-Alonso G., Remondo J., Bonachea J., Morellón M. et González-Díez A. 2019 : Gold-bearing Plio-Quaternary deposits : Insights from airborne LiDAR technology into the landscape evolution during the early Roman mining works in north-west Spain, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 24, 843-855. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.03.001

Feugère M. et Py M. 2011 : Emission et circulation monétaires chez les Rutènes avant Auguste, in : Gruat P., Pailler J.-M. et Schaad D. éd. : *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'indépendance à l'installation dans le cadre romain. 150 a.C.-100 p.C.*, Suppl. Aquitania 25, Bordeaux, 297-311.

Fichtl S. 2006 : L'émergence des *civitates* en Gaule et dans le monde celtique, in : Haselgrove C. éd. : *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. Les mutations de la fin de l'âge du Fer*, Bibracte 12/4, Glux-en-Glenne, 41-54.

Fichtl S. 2007 : Le IIIe s. av. n. è. : genèse des entités politiques en Gaule ?, in : Mennessier-Jouannet C., Adam A.-M. et Milcent P.-Y. éd. : *La Gaule dans son contexte européen aux IVe et IIIe s. av. n. è., Actes du XXVIIe colloque international de l'AFEAF, Clermont-Ferrand, 29 mai-1er juin 2003*, MAM, Lattes, 282-289.

Fichtl S. 2012 : *Les peuples gaulois. IIIe-Ier siècle av. J.-C*, Paris.

Fichtl S. 2013 : Les agglomérations gauloises de la fin de l'âge du Fer en Europe celtique (IIIe-Ier siècle av. J.-C.), in : Garcia D. éd. : *Profils de villes : les formes urbaines non-classiques*, Paris, 19-43.

Fichtl S., Barral P., Pierrevelcin G. et Schönfelder M. 2019 : *Les agglomérations ouvertes de l'Europe celtique (IIIe-Ier s. av. J.-C)*, MAGE 4, Strasbourg.

Fichtl S. et Guichard V. 2016 : Dossier : Boom économique chez les Gaulois aux IIIe-IIe siècles avant notre ère, *L'archéologue*, 139, 1-59.

Florsch N., Llubes M., Téreygeol F., Ghorbani A. et Roblet P. 2011 : Quantification of slag heap volumes and masses through the use of induced polarization: application to the Castel-Minier site, *Journal of Archaeological Science*, 38, 438-451. https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.09.027

Fournier-Angot B. 1983 : *Les minéralisations de la couverture mésozoïque des Pyrénées françaises. Exemple : Bordure nord du Massif de l'Arize (Ariège)*, thèse de doctorat, université Pierre et Marie Curie Paris VI.

France J. 2005 : La mise en place de l'impôt provincial sous le règne d'Auguste en Aquitaine et dans le nord de l'Hispanie : un bilan, in : *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque Julio-Claudienne. Organisation et exploitation des espaces provinciaux*, Suppl. Aquitania 13, Bordeaux, 65-94.

Gailledrat E. 2010 : Pech Maho, de l'Emporion au sanctuaire, in : Delestre X. et Marchesi H. éd. : *Archéologie des rivages méditerranéens : 50 ans de recherche, Actes du Colloque en l'honneur des 50 ans du Ministère de la Culture, Arles, 28-30 octobre 2009*, Paris, 349-355.

Gailledrat E. et Beylier A. 2009 : La fortification de Pech Maho (Sigean, Aude) aux IVe-IIIe s. av. n. ère, *Documents d'Archéologie Méridionale*, 32, 99-120. https://doi.org/10.4000/dam.1911

Galop D., Monna F., Beyrie A., Carozza L., Mougin V., Parent G. et Marembert A. 2002 : Métallurgie et histoire de l'environnement au cours des cinq derniers millénaires en Pays Basque nord (Vallée de Baïgorri, Pyrénées Atlantiques, France) : résultats préliminaires d'une approche interdisciplinaire, *Archeologia Postmedievale*, 6, 155-169.

Galop D., Tual M., Monna F., Dominik J., Beyrie A. et Marembert A. 2001 : Cinq millénaires de métallurgie en montagne basque. Les apports d'une démarche intégrée alliant palynologie et géochimie isotopique du plomb, *Sud-Ouest Européen*, 11, 3-15. https://www.persee.fr/doc/rgpso_1276-4930_2001_num_11_1_2763

Garcia D. 1993 : *Entre Ibères et Ligures. Lodévois et moyenne vallée de l'Hérault protohistoriques*, Suppl. RAN 26, Paris.

Garcia D. 2002 : Dynamiques territoriales en Gaule méridionale durant l'âge du Fer, in : Garcia D. et Verdin F. éd. : *Territoires celtiques. Espaces ethniques et territoires des agglomérations protohistoriques d'Europe occidentale*, Paris, 88-103.

Garcia D. 2011 : Du littoral méditerranéen aux contreforts du Massif central, géohistoire de territoires gaulois, in : Gruat P., Pailler J.-M. et Schaad D. éd. : *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'indépendance à l'installation dans le cadre romain. 150 a.C.-100 p.C.*, Suppl. Aquitania 25, Bordeaux, 113-122. https://aquitania.u-bordeaux-montaigne.fr/_jumi/pdf/1374.pdf

Garcia D., Gruat P. et Verdin F. 2007 : Les habitats et leurs territoires dans le sud de la France aux IVe-IIIe s. av. J.-C., in : Mennessier-Jouannet C., Adam A.-M. et Milcent P.-Y. éd. : *La Gaule dans son contexte européen aux IVe et IIIe s. av. n. è., Actes du XXVIIe colloque international de l'AFEAF, Clermont-Ferrand, 29 mai-1er juin 2003*, MAM, Lattes, 227-236.

García Romero J. 2007 : La transformación del mineral, *Sautuola*, 13, 81-98.

García-Alix A., Jimenez-Espejo F. J., Lozano J. A., Jiménez-Moreno G., Martínez-Ruiz F., García Sanjuán L., Aranda Jiménez G., García Alfonso E., Ruiz-Puertas G. et Scott Anderson R. 2013 : Anthropogenic impact and lead pollution throughout the Holocene in Southern Iberia, *Science of the Total Environment*, 449, 451-460. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.081

Gardes P. 2001 : Habitat, territoire et évolution sociale en Aquitaine durant le dernier millénaire av. J.-C., in : Berrocal-Rangel L. et Gardes P. éd. : *Entre Celtas e Íberos: las poblaciones protohistóricas de las Galias e Hispania*, Madrid, 115-135.

Gardes P. 2002 : Territoires et organisation politique de l'Aquitaine pré-augustéenne. Pour une confrontation des sources, in : Garcia D. et Verdin F. éd. : *Territoires celtiques. Espaces ethniques et territoires des agglomérations protohistoriques d'Europe occidentale*, Paris, 48-65.

Gardes P. 2009 : Les fortifications protohistoriques dans le sud-ouest de la France, *Documents d'Archéologie Méridionale*, 32, 43-58. https://doi.org/10.4000/dam.1906

Gardes P. 2017 : Oppida du nord, oppida du sud. Essai de confrontation à partir de deux sites du sud-ouest : Roquelaure-La Sioutat et Vieille-Toulouse, *Pallas*, 105, 191-209. https://doi.org/10.4000/pallas.8274

Gardes P. et Colléoni F. 2007 : Le second âge du Fer en Aquitaine orientale. Apports des recherches réalisées récemment dans le Gers et ses marges, in : Vaginay M. et Izac-Imbert L. éd. : *Les âges du Fer dans le Sud-Ouest de la France, XVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Suppl. Aquitania 14/1, Bordeaux, 183-207.

Gardes P. et Grizeaud J.-J. 2013 : Le Toulousain et ses marges : recherches récentes sur les habitats (VIe-IIIe s. av. J.-C.),

Documents d'Archéologie Méridionale, 36. https://doi.org/10.4000/dam.2455.

Gardes P., Hiriart E., Le Dreff T., Gruel P., Colin A. et Verdin F. 2020 : De la Garonne aux Pyrénées. Identité(s) culturelle(s) du sud-ouest de la France au second âge du Fer, in : Pierrevelcin G., Kysela J. et Fichtl S. éd. : *Unité et diversité du monde celtique*, Actes du 42e colloque international de l'AFEAF de Prague, 10-13 mai 2018, AFEAF 2, Paris, 243-261.

Gayraud M. 1981 : *Narbonne antique des origines à la fin du IIIe siècle*, Suppl. RAN 8, Paris. https://www.persee.fr/doc/racf_0220-6617_1985_num_24_2_2450_t1_0260_0000_2

Geneviève V. 2016 : Les monnaies du domaine des Forges aux Martys (Aude) : un exemple de circulation monétaire sur un site sidérurgique romain entre le milieu du Ier s. a.C. et le milieu du IIIe s. p.C., in : Fabre J.-M., Domergue C. et Dabosi F. éd. : *Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013)*, Suppl. RAN 43, Montpellier, 232-244.

Génin M. et Schaad D. 2007 : Conclusion générale, in : Génin M. éd. : *La Graufesenque (Millau, Aveyron). Volume II. Sigillées lisses et autres productions*, Pessac, 351-354.

Girard J. 2004 : *Plomb et argent dans les Pyrénées centrales*, Rapport de prospection, SRA Midi-Pyrénées.

Girard J. 2005 : *Plomb et argent dans les Pyrénées centrales*, SRA Midi-Pyrénées.

Girard J. 2006 : *Plomb et argent dans les Pyrénées centrales*, SRA Midi-Pyrénées.

Girard J. 2007 : *Plomb et argent en Pyrénées centrales*, SRA Midi-Pyrénées.

Girard J., Munoz M., Cauuet B., Polve M., Aries S. et Callegarin L. 2010 : Mines d'argent du Montaigu (Hautes-Pyrénées, France). Une filière aquitaine de l'argent ? Étude isotopique du plomb, *ArchéoSciences*, 34, 235-242. https://doi.org/10.4000/archeosciences.2792

Gol D. 2016 : L'ancienne mine de Lina, Alzen, Ariège, *Le règne minéral*, 132, 5-29.

Gomez de Soto J., Lejars T., Ducongé S., Robin K., Sireix C. et Zélie B. 2007 : Du milieu du Ve au IIIe s. av. n. è. en Centre-Ouest, Aquitaine septentrionale et ouest du Massif Central, in : Mennessier-Jouannet C., Adam A.-M. et Milcent P.-Y. éd. : *La Gaule dans son contexte européen aux IVe et IIIe s. av. n. è., Actes du XXVIIe colloque international de l'AFEAF, Clermont-Ferrand, 29 mai-1er juin 2003*, MAM, Lattes, 69-89.

Gorgues A. 2007 : Les pratiques culinaires à Vieille-Toulouse (Haute-Garonne) au Ier s. a.C. dans leur contexte régional, in : Vaginay M. et Izac-Imbert L. éd. : *Les âges du Fer dans le Sud-Ouest de la France, XVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Suppl. Aquitania 14/1, Bordeaux, 411-433.

Gorgues A. 2010 : *Economie et société dans le nord-est du domaine ibérique (IIIe-Ier s. av. J.-C.)*, Anejos de AESPA 52, Madrid.

Gorgues A. 2014 : L'horizon pyrénéen de la *Tolosa* gauloise, in : Boube E., Bouet A. et Colleoni F. éd. : *De Rome à* Lugdunum *des Convènes. Intinéraire d'un Pyrénéen par mont et par vaux. Hommages offerts à Robert Sablayrolles*, Mémoires 35/Suppl. Aquitania 31, Bordeaux, 305-320.

Gorgues A. 2016 : Trade in a liminal zone. Commercial encounter and transformation in the Iron Age north-west Mediterranean, in : Armit I., Potrebica H., Cresnar M., Mason P. et Büster L. éd. : *Cultural Encounters in : Later Prehistoric Europe*, Archeolingua, Budapest, 167-210.

Gorgues A. et Cadiou F. 2008 : De l'analyse céramique à l'interprétation. Céramique italique et archéologie de la guerre, in : Cadiou F., Magallón Botaya M. A. et Navarro Caballero M. éd. : *La guerre et ses traces dans la péninsule Ibérique à l'époque de la conquête romaine : approches méthodologiques, Actes de la Table-Ronde internationale, novembre 2007, Madrid*, Saldvie 8, Saragosse, 117-137.

Goudineau C. 1998 : *Regard sur la Gaule*, Paris.

Gourdiole R. et Landes C. 1998 : La transalpine minière : des Monts d'Orb au bassin de Lodève, in : Schneider L. et Garcia D. éd. : *Le Lodévois (Hérault)*, CAG 34/1, Paris, 53-66.

Gourdiole R. et Landes C. 2002 : 16. LASCOURS, Ceilhes-et-Rocozels (Hérault), in : Fiches J.-L. éd. : *Les Agglomérations gallo-romaines en Languedoc-Roussillon, projet collectif de recherche (1993-1999)*, MAM 13, Lattes, 271-281.

Grizeaud J.-J., Bruxelles L., Durand F. et Lagarrigue A. 2010 : Une occupation du IVe s. av. J.-C. décelée sur le site de Manivièle, commune du Vernet (Haute-Garonne), DAM 33, 159-194. https://doi.org/10.4000/dam.2025

Gruat P. et Izac-Imbert L. 2002 : Le territoire des Rutènes : fonctionnement et dynamiques territoriales aux deux derniers siècles avant notre ère, in : Garcia D. et Verdin F. éd. : *Territoires celtiques. Espaces ethniques et territoires des agglomérations protohistoriques d'Europe occidentale*, Paris, 66-87.

Gruat P. et Izac-Imbert L. 2011 : Les Rutènes de la fin de l'âge du Fer : études d'histoire et d'archéologie entre Celtique et Méditerranée, in : Gruat P., Pailler J.-M. et Schaad D. éd. : *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'indépendance à l'installation dans le cadre romain. 150 a.C.-100 p.C.*, Suppl. Aquitania 25, Bordeaux, 123-177.

Gruat P. et Marty G. 2000 : Habitat et peuplement en Rouergue durant l'Âge du Fer : premières tendances, in : Dedet B., Gruat P., Marchand G., Py M. et Schwaller M. éd. : *Aspects de l'Âge du Fer dans le Sud du Massif Central, Actes du XXIe colloque international de l'AFEAF, Conques-Montrozier, 8-11 mai 1997*, MAM 6, Montagnac, 27-50.

Gruel K. et Haselgrove C. 2006 : Les développement de l'usage monétaire à l'âge du Fer en Gaule et dans les régions voisines, in : Haselgrove C. éd. : *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. Les mutations de la fin de l'âge du Fer*, Bibracte 12/4, Glux-en-Glenne, 117-138.

Guilaine J., Carozza L., Garcia D., Gascó J., Janin T. et Mille B. 2017 : *Launac et le Launacien. Dépôts de bronzes protohistoriques du sud de la Gaule*, Montpellier.

Guilbaut J. E. 1981 : La mine de cuivre gallo-romaine du Goutil, à la Bastide de Sérou, *Gallia*, 39-1, 171-180. https://doi.org/10.3406/galia.1981.1826

Guilbaut J. E. 1982 : *Prospections minières dans les Pyrénées Ariégeoises. Programme H27-Projet 1*, Rapport de prospection, SRA Midi-Pyrénées.

Guillot F. 2017 : *Le Castrum de Montréal-de-Sos. 16 ans de recherches archéologiques sur une fortification des Pyrénées ariégeoises*, Suppl. Archéologie du Midi Médiéval 8, Carcassonne. https://doi.org/10.3406/amime.2017.2113

Hajdas I. 2008 : Radiocarbon dating and its applications in Quaternary studies, *Quaternary Science Journal*, 57 (1-2), 2-24. https://doi.org/10.3285/eg.57.1-2.1

Healy J. F. 1978 : *Mining and metallurgy in the Greek and Roman world*, Londres.

Hellot M. 1764 : *De la fonte, des mines, des fonderies, etc. Tome Premier, Qui traite des Essais des Mines & Métaux, de l'Affinage & Raffinage de l'Argent, du Départ de l'Or, etc. Tome Premier*, Paris.

Hérail G. et Pérez García L. C. 1989 : Intérêt archéologique d'une étude géomorpho-lithologique : les gisements d'or alluvial du Nord-Ouest de l'Espagne, in : Domergue C. éd. : *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, Madrid, 21-31.

Hill J. D. 2006 : Are we any closer to understanding how later Iron Age societies worked (or did not work)?, in : Haselgrove C. éd. : *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. Les mutations de la fin de l'âge du Fer*, Bibracte 12/4, Glux-en-Glenne, 169-179.

Hiriart E. 2015 : Les sites majeurs de l'axe Aude-Garonne, une approche statistique, économique et monétaire, in : Olmer F. et Roure R. éd. : *Les Gaulois au fil de l'eau, Actes du XXXVIIe colloque de l'AFEAF, Montpellier, 8-11 mai 2013*, Mémoires 39, Bordeaux, 289-306.

Hiriart E. 2016 : Le monnayage cubiste, une série monétaire singulière entre Méditerranée et Atlantique, *Bulletin de la société française de numismatique*, 71/05, 150-158.

Hiriart E. 2019 : Les agglomérations artisanales et l'apparition de l'usage monétaire dans le monde celtique (IIIe et début du IIe s. av. J.-C.), in : Fichtl S., Pierrevelcin G. et Schönfelder M. éd. : *Les agglomérations celtiques du IIIe-Ier s. av. J.-C.-Keltische Großsiedlungen des 3.-1. Jhs. v. Chr.*, MAGE 4, Strasbourg, 419-436.

Hiriart E., Smělý T., Genechesi J., Gruel K., Nieto-Pelletier S. et Wigg-Wolf D. 2020 : Coinages and economic practices between the 3rd century and the beginning of the 2nd century BC in temperate Europe, in : Pierrevelcin G., Kysela J. et Fichtl S. éd. : *Unité et diversité du monde celtique, Actes du 42e colloque international de l'AFEAF de Prague, 10-13 mai 2018*, AFEAF 2, Paris, 181-212.

Hirt A. M. 2010 : *Imperial Mines and Quarries in the Roman World. Organizational Aspects 27 BC-AD 235*, Oxford Classical Monographs, Oxford.

Hoffmann A. 2002 : Die römischen Wachstafeln von Rosia Montana. Einführung, Text und Übersetzung, Kommentar, in : Slotta R., Wollmann V. et Dordea I. éd. : *Silber und Salz in: Siebenbürgen. Band 4: Einleitende Aufsätze, Reiseberichte sowie geologische und mineralogische Literatur*, Bochum, 65-90.

Hong S., Candelone J. P., Patterson C. C. et Boutron C. F. 1994 : Greenland Ice Evidence of Hemispheric Lead Pollution Two Millenia Ago by Greek and Roman Civilizations, *Science*, 265, 1841-1843. https://doi.org/10.1126/science.265.5180.1841

Hygounet J.-L. et Rancoule G. 1983 : Etat des questions sur la fin de l'âge du fer dans les vallées de l'Hers et de l'Ariège, in : *Pyrénées Ariégeoises*, Saint-Girons, 3-15.

ICGC 2014 : *Mapa estructural de Catalunya 1:250000*, Barcelone.

Izard V. 1999 : *Les montagnes du fer*, thèse de doctorat, université de Toulouse 2 Le Mirail.

Janin T. et Py M. 2012 : Grecs et Celtes en Languedoc, in : Hermary A. et Tsetskhladze G. R. éd. : *From the pillars of Hercules to the footsteps of the Argonauts*, Colloquia Antiqua 4, Paris, 141-162.

Jézégou M.-P., Klein S., Rico C. et Domergue C. 2011 : Les lingots de cuivre de l'épave romaine *Plage de la Corniche 6* à Sète et le commerce du cuivre hispanique en Méditerranée occidentale, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 44, 57-70. https://doi.org/10.3406/ran.2011.1819

Kammenthaler E., Minvielle Larousse N. et Pierre F. 2016 : Villefort, 1640 : l'introduction de la poudre dans les mines languedociennes, *Archéologie médiévale*, 46, 135-156. https://doi.org/10.4000/archeomed.2785

Kotarba J., Castellvi G. et Mazière F. 2007 : *Les Pyrénées-Orientales*, CAG 66, Paris.

Küttner A., Mighall T., De Vleeschouwer F., Maucquoy D., Martínez Cortizas A., Foster I. D. L. et Krupp E. 2014 : A 3300-years atmospheric metal contamination record from Reaburn flow raised bog, south west Scotland, *Journal of Archaeological Science*, 44, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.01.011

Lafaurie J. et Parent G. 2015 : Anciennes exploitations des gîtes aurifères du nord-est Baztan, *Bulletin du Musée Basque*, 185, 77-94.

Lamoine L. 2009 : *Le pouvoir local en Gaule romaine*, coll. Histoires croisées, Clermont-Ferrand.

Landes C. 1989 : Les ressources minières antiques des Cévennes : premiers résultats, in : Domergue C. éd. : *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, Madrid, 223-234.

Langlois G. 1989 : Inventaire et étude des mines et industries métallurgiques des Corbières du Moyen-Âge à nos jours, in : Domergue C. éd. : *Mines et métallurgies antiques et médiévales de la France méridionale*, Paris, 37-50.

Laubenheimer-Leenhardt F. 1973 : *Recherches sur les lingots de cuivre et de plomb d'époque romaine dans les régions de Languedoc-Roussillon et de Provence-Corse*, Suppl. RAN 3, Paris.

Laüt L., Petit-Aupert C. et Vergain P. 2005 : Paysages et structures agraires en Aquitaine au début de l'Empire, quelques exemples régionaux, in : *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque Julio-Claudienne. Organisation et exploitation des espaces provinciaux*, Suppl. Aquitania 13, Bordeaux, 329-364.

Léchelon B. 1974 : *La mine antique de Bouche Payrol. Essai d'archéologie minière*, Fayet.

Léchelon B. 2001 : Mines et métallurgie préhistoriques, in : Gruat P. éd. : *Du silex au métal, mines et métallurgie en Rouergue*, Guide d'archéologie 9, Rodez, 116-143.

Léchelon B. 2011 : Argent rutène et entrepreneurs romains aux confins de la Transalpine, in : Gruat P., Pailler J. M. et Schaad D. éd. : *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'indépendance à l'installation dans le cadre romain 150 a.C.-100 p.C.*, Suppl. Aquitania 25, Bordeaux, 245-280. https://aquitania.u-bordeaux-montaigne.fr/_jumi/pdf/1381.pdf

Lejars T. 2006 : Les Celtes d'Italie, in : Szabó M. éd. : *Les Civilisés et les Barbares du Ve au IIe siècle avant J.-C., Actes de la table ronde de Budapest, 17-18 juin 2005*, Bibracte 12/3, Glux-en-Glenne, 77-96.

Lequément R. 1987 : Découvertes récentes de l'époque gallo-romaine, *Dossiers Histoire et Archéologie*, 120, 42-44.

L'Héritier M. 2012 : *De ratione, qua argentum ab aere separari debeat*. Approche expérimentale du procédé par liquation et ressuage, in : Téreygeol F. éd. : *Comprendre des savoir-faire métallurgiques antiques et médiévaux*, Paris, 189-210.

Lizop R. 1931 : *Les Convenae et les Consoranni*, Toulouse.

Mach J. et Pagès G. 2021 : Le Pla de les Iules 1 : premier jalon sur la production du fer ancienne dans la haute vallée de Carol, *Records de l'Aravó*, 17, 6-12.

Malus J. 1601 (1990e éd.) : *Recherche et découverte des mines des montagnes Pyrénées faite en l'an mille six cents par Jean de Malus et rédigée par Jean Du Puy*.

Mangin M. 2004 : *Le fer*, coll. Archéologiques, Paris.

Mantenant J. 2014 : *Montagnes métallifères de la Gaule méditerranéenne. Approche archéologique et historique de la production des métaux en Languedoc occidental du début du second âge du Fer à la fin de la période romaine (IVe s. av. n. è. - Ve s. de. n. è.)*, thèse de doctorat, université de Toulouse 2 Le Mirail.

Mantenant J., Beyrie A., Fabre J.-M., Kammenthaler E., Munteanu G. et Rico C. 2013 : Les Barrencs, une vaste mine protohistorique et antique en Montagne Noire, *Bulletin de la Société d'Études Scientifiques de l'Aude*, CXIII, 27-44.

Mantenant J. et Munoz M. 2017 : L'exploitation des gisements non-ferreux des Pyrénées de l'Est aux trois derniers siècles avant notre ère : une ruée vers l'argent ? Le cas des Corbières, *Treballs d'Arqueologia*, 21, 149-179. https://doi.org/10.5565/rev/tda.67

Manzano Beltrán E. et Ojeda Calvo R. 2006 : *La rueda elevadora de agua de las minas romanas de riotinto. Memoria de intervención*, PH Cuadernos 18, Sevilla.

Marion S. 2007 : Les IVe et IIIe siècles avant notre ère en Île-de-France, in : Mennessier-Jouannet C., Adam A.-M. et Milcent P.-Y. éd. : *La Gaule dans son contexte européen aux IVe et IIIe s. av. n. è., Actes du XXVIIe colloque international de l'AFEAF, Clermont-Ferrand, 29 mai-1er juin 2003*, MAM, Lattes, 91-115.

Marion S. 2013 : L'économie du IIIe siècle a.C., 20 ans après, in : Krausz S., Colin A., Gruel K., Ralston I. et Dechezleprêtre T. éd. : *L'Âge du Fer en Europe. Mélanges offerts à Olivier Buchsenschutz*, Bordeaux, 361-369.

Martin T. 2005 : Montans à l'époque julio-claudienne, in : *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque Julio-Claudienne. Organisation et exploitation des espaces provinciaux*, Suppl. Aquitania 13, Bordeaux, 289-295.

Martins C. M. B. 2014 : O enquadramento da investigação com as paisagens mineiras em Portugal, in : Fontes L. et Martins C. éd. : *Atas do Simposio Internacional Paisagens Mineiras Antigas na Europa Ocidental*, Boticas, 17-28.

Mateo A. 2001 : *Observaciones sobre el régimen jurídico de la minería en tierras públicas en época romana*, Cuadernos compostelanos de derecho romano 12, St-Jacques-de-Compostelle.

Mauné S. 2000 : La question des premières installations rurales italiennes en Gaule transalpine (fin du IIe s.-milieu du Ier s. avant J.-C.), *Gallia*, 57, 231-260. https://doi.org/10.3406/galia.2000.3021

Mauné S. et Sanchez C. 1999 : Une production de céramique à vernis noir dans la région de Béziers (Hérault) entre la fin du IIe s. et le milieu du Ier s. av. J.-C. : emprunt indigène ou présence italienne précoce ?, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 32, 125-145. https://doi.org/10.3406/ran.1999.1522

Mennessier-Jouannet C. 2013 : Quelques indicateurs socio-économiques d'une mutation en Limagne (Puy-de-Dôme) au IIIe s. a.C., in : Krausz S., Colin A., Gruel K., Ralston I. et Dechezleprêtre T. éd. : *L'Âge du Fer en Europe. Mélanges offerts à Olivier Buchsenschutz*, Bordeaux, 371-386.

Mennessier-Jouannet C., Adam A.-M. et Milcent P.-Y. 2007 : *La Gaule dans son contexte européen aux IVe et IIIe s. av. n. è., Actes du XXVIIe colloque international de l'AFEAF, Clermont-Ferrand, 29 mai-1er juin 2003*, MAM, Lattes.

Métailié J.-P., Poublanc S., Cunill Artigas R., Galop D. et De Munnik N. 2016 : Les sapinières du Volvestre (Ariège, Haute-Garonne) : un témoin de l'extension passée du sapin, un indicateur des forêts futures ?, in : Debofle P. et Sanchez J.-P. éd. : *Pays pyrénéens et environnement*, Bagnères-de-Bigorre, 339-355.

Mettrier M. 1893 : Gîtes minéraux du haut bassin de la Garonne (département de l'Ariège et de la Haute-Garonne), *Bulletin de la société de géographie de Toulouse*, 12-7, 300-325.

Meunier E. 2014 : *Rapport de prospection thématique 2014. L'exploitation antique du cuivre dans le Séronais (Ariège)*, SRA Midi-Pyrénées.

Meunier E. 2015 : *Rapport de prospection thématique 2015. L'exploitation ancienne du cuivre argentifère dans le Séronais (Ariège). Première année de projet triennal*, SRA Midi-Pyrénées.

Meunier E. 2018 : *Évolutions dans l'exploitation minière entre le second âge du Fer et le début de la période romaine dans le Sud-Ouest de la Gaule. Le cas du district pyrénéen à cuivre argentifère du Massif de l'Arize*, thèse de doctorat, université de Toulouse Jean Jaurès. https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-03092000v1

Meunier E., Cauuet B. et Munoz M. 2017 : L'exploitation antique du cuivre dans le Séronais (Pyrénées centrales, France). Mine,

métallurgie et habitat, *Treballs d'Arqueologia*, 21, 223-245. https://doi.org/10.5565/rev/tda.65

Meunier E. et Luaces M. 2021 : Mining in : south-west Gaul at the crossroads of the Celtic and Mediterranean worlds. The case of the mining area of the Arize Mountains (Central Pyrenees) during the fourth and third centuries BC, *Oxford Journal of Archaeology*, 40-2, 191-210. https://doi.org/10.1111/ojoa.12215

Mighall T. et Timberlake S. 2010 : Ancient Pollution and Vegetation Change in the Prehistoric Mining and Metalworking Areas of Wales and Ireland, in : Anreiter P., Goldenberg G., Hanke K., Krause R., Leitner W., Mathis F., Nicolussi K., Oeggl K., Pernicka E., Prast M., Schibler J., Schneider I., Stadler H., Stöllner T., Tomedi G. et Tropper P. éd. : *Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies, Proceedings for the 1st Mining in European History. Conference of the SFB-Himat, 12-15 november 2009*, Innsbruck, 63-67.

Milcent P.-Y. 2003 : Statut et fonctions d'un personnage féminin hors norme, in : Rolley C. éd. : *La tombe princière de Vix*, Paris, 312-366.

Milcent P.-Y. 2006 : Le Toulousain du début de l'âge du Fer aux premières implantations romaines (VIIIe-IIe siècles av. J.-C.), in : Massendari J. éd. : *La Haute-Garonne (hormis le Comminges et Toulouse)*, CAG 31/1, Paris, 48-56.

Milcent P.-Y. 2015 : Le peuplement de Toulouse et de ses environs à l'aube des Volques Tectosages, in : Pailler J. M., Darles C. et Moret P. éd. : *Toulouse, naissance d'une ville*, Portet-sur-Garonne, 27-39.

Milot J., Poitrasson F., Baron S. et Coustures M.-P. 2016 : Iron isotopes as a potential tool for ancient iron metal tracing, *Journal of Archaeological Science*, 76, 9-20. https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.10.003

Mirouse D. 1998 : *Château de Saint Barthélémy, Durban-sur-Arize, Ariège. DFS d'évaluation archéologique*, SRA Midi-Pyrénées.

Mirouse D. 2009 : Le site castral de Durban-sur-Arize, première approche architecturale, in : Guillot F. éd. : *Châteaux pyrénéens au Moyen Âge, naissance, évolutions et fonctions des fortifications dans les comtés de Foix, Couserans et Comminges*, Cahors, 247-272.

Monteil M., Barberan S., Piskorz M., Vidal L., Bel V. et Sauvage L. 1999 : Culture de la vigne et traces de plantation des IIe-Ier s. av. J.-C. dans la proche campagne de Nîmes (Gard), *Revue archéologique de Narbonnaise*, 32, 67-123. https://doi.org/10.3406/ran.1999.1521

Monteil M. et Tranoy L. 2008 : *La France gallo-romaine*, Paris.

Morasz J. G. et Sanchez C. 2011 : La Maladrerie à Villefranche-de Rouergue (Aveyron) : un exemple de dépôt en milieu minier rutène, in : Gruat P., Pailler J. M. et Schaad D. éd. : *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'indépendance à l'installation dans le cadre romain 150 a.C.-100 p.C.*, Suppl. Aquitania 25, Bordeaux, 281-296. https://aquitania.u-bordeaux-montaigne.fr/_jumi/pdf/1382.pdf

Moret P. 2001 : Strabon, Posidonios et le trésor des Tectosages, in : Cauuet B., Domergue C., Gomez J., Hauteneauve H., Moret P. et Ugaglia E. éd. : *L'or de Tolosa*, Graulhet, 17-22.

Moret P. 2008 : Tolosa, 106-47 av. J.-C. : topographie et histoire, *Pallas*, 76, 295-329.

Moret P. 2012 : L'histoire de deux défaites : Tolosa et Caepio (106-105 av. J.-C), in : Marco Simón F., Pina Polo F. et Remesal Rodríguez J. éd. : Vae victis! *Perdedores en el mundo antiguo*, Barcelona, 141-152.

Moret P. 2015a : À la recherche des Tectosages, in : Pailler J. M., Darles C. et Moret P. éd. : *Toulouse, naissance d'une ville*, Portet-sur-Garonne, 40-52.

Moret P. 2015b : La première ville, une et plurielle, in : Pailler J. M., Darles C. et Moret P. éd. : *Toulouse, naissance d'une ville*, Portet-sur-Garonne, 54-56.

Moret P. 2015c : De la ville gauloise à l'*oppidum latinum*, in : Pailler J. M., Darles C. et Moret P. éd. : *Toulouse, naissance d'une ville*, Portet-sur-Garonne, 67-69.

Moret P., Ruiz Darasse C. et Verrier G. 2015 : Ibère, grec et latin à Toulouse (Haute-Garonne) à la fin du IIe s. av. J.-C. Nouvelles inscriptions sur céramique du site de la ZAC Niel, *Gallia*, 72-2, 403-416. https://doi.org/10.4000/gallia.986

Morin D., Herbach R. et Rosenthal P. 2012 : The Laurion shafts, Greece: ventilation systems and mining technology in antiquity, *Historical Metallurgy*, 46-1, 9-18. https://hmsjournal.org/index.php/home/article/view/122/119

Muller A. 1998 : Le Cluzel (Toulouse, Haute-Garonne), du Bronze final au deuxième Age du Fer. Bilan des fouilles 1968-1987, *Aquitania*, 15, 27-65. https://doi.org/10.3406/aquit.1997.1249

Munoz M., Baron S., Boucher A., Béziat D. et Salvi S. 2015 : Mesozoic vein-type Pb–Zn mineralization in the Pyrenees: Lead isotopic and fluid inclusion evidence from the Les Argentières and Lacore deposits, *Comptes Rendus Géosciences*, 348, 3-4, 322-332. https://doi.org/10.1016/j.crte.2015.07.001

Munteanu G., Kammenthaler E., Mantenant J., Rico C., Fabre J.-M. et Beyrie A. 2016 : Le complexe minier gaulois des Barrencs (Aude, France) dans son contexte géologique et minéralogique, *ArchéoSciences*, 40, 163-180. https://doi.org/10.4000/archeosciences.4839

Munteanu G., Tămaş C. G., Cauuet B. et Mut G. 2017 : Vestiges de l'exploitation du fer aux époques préromaine et romaine dans le district minier de Baillestavy (Pyrénées Orientales, France), *Treballs d'Arqueologia*, 21, 263-285. https://doi.org/10.5565/rev/tda.64

Mussy M. 1870 : *Carte géologique et minéralurgique du département de l'Ariège*.

Mut G. 2001 : Les forges de Baillestavy, in : Sablayrolles R. éd. : *Les ressources naturelles des Pyrénées. Leur exploitation durant l'Antiquité*, Entretiens d'archéologie et d'histoire, St-Bertrand-de-Comminges, 141-153.

Mut G. et Kotarba J. 2007 : Les activités métallurgiques d'époque romaine dans les Pyrénées-Orientales, in : Kotarba J., Castellvi G. et Mazière F. éd. : *Les Pyrénées-Orientales*, CAG 66, Paris, 141-155.

Nessel B., Brügmann G., Berger D., Franck C. et Marahrens J. 2019 : Bronze production and tin provenance – new thoughts about the spread of metallurgical knowledge, in : Armada X.-L.,

Murillo-Barroso M., Charlton M. et Pernicka E. éd. : *Metals, minds and mobility: Integrating scientific data with archaeological theory*, Oxford, 67-84.

O'Brien W. 2015 : *Prehistoric copper mining in : Europe. 5500-500 BC*, Oxford.

Oliva P., Béziat D., Jarrier C., Martin F., Pieraggi B. et Tollon F. 1999 : Des meules rotatives de type pompéien dans le ferrier des Martys (Aude). D'où viennent-elles ? Qu'ont-elles moulu ?, *Pallas*, 375-388. https://doi.org/10.3406/palla.1999.1563

Olmer F., Girard J., Verrier G. et Bohbot H. 2013 : Voies, acteurs et modalités du grand commerce en Europe occidentale, in : Colin A. et Verdin F. éd. : *L'âge du Fer en Aquitaine et sur ses marges. Mobilité des hommes, diffusion des idées, circulation des biens dans l'espace européen à l'âge du Fer*, Suppl. Aquitania 30, Bordeaux, 665-691.

Orejas A. 1995 : Territorio, análisis territorial y arqueología del paisaje, *Studia Historica. Historia antigua*, 13-14, 61-68. https://digital.csic.es/handle/10261/17324

Orejas A., Plácido D., Sánchez-Palencia F. J. et Fernández-Posse M. D. 1999 : Minería y metalurgia. De la protohistoria a la España romana, *Studia Historica. Historia antigua*, 17, 263-298. https://digital.csic.es/handle/10261/17449

Orejas A., Rico C. 2015 : *Metalla, civitates, coloniae* : les mines hispaniques dans les processus de changement des statuts territoriaux à la fin de la République et au début de l'Empire, *Mélanges de l'École Française de Rome – Antiquités*, 127/2, 521-534. https://doi.org/10.4000/mefra.3038

Pagès G. 2010 : *Artisanat et économie du fer en France méditerranéenne de l'Antiquité au début du Moyen-Âge*, Monographies Instrumentum 37, Montagnac.

Pagès G. 2014 : Productions, commerces et consommation du fer dans le Sud de la Gaule de la Protohistoire à la domination romaine, *Gallia*, 71-2, 47-67. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01402609

Pagès G. 2017 : Des tas de déchets petits et grands : vers des critères d'enregistrements communs nécessaires aux bases de données pour étudier dans la diachronie les productions sidérurgiques, *Treballs d'Arqueologia*, 21, 247-262. https://doi.org/10.5565/rev/tda.66

Pailler J. M. 1982 : Mines et métallurgie dans la littérature scientifique de langue française de 1789 à 1960, in : Domergue C. éd. : *Mines et fonderies antiques de la Gaule*, Paris, 5-18.

Pailler J.-M. 2011a : Les Rutènes par les mots et par les textes, in : Gruat P., Pailler J.-M. et Schaad D. éd. : *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'indépendance à l'installation dans le cadre romain. 150 a.C.-100 p.C.*, Suppl. Aquitania 25, Bordeaux, 89-102.

Pailler J.-M. 2011b : Etapes et conséquences de l'exploitation minière et métallurgique. Monnaies gauloises, monnaies romaines. Le cas Zmaragdus, in : Gruat P., Pailler J.-M. et Schaad D. éd. : *Les Rutènes. Du peuple à la cité. De l'indépendance à l'installation dans le cadre romain. 150 a.C.-100 p.C.*, Suppl. Aquitania 25, Bordeaux, 209-228.

Parent G. 1997 : L'exploitation du cuivre et de l'argent à Banca (Pyrénées-Atlantiques). Première approche du réseau minier, *Pallas*, 46, 297-309. https://doi.org/10.3406/palla.1997.1453

Parent G. 2006 : Anciennes activités minières et métallurgiques en zone frontalière. Une prospection autour de la vallée de Baïgorry, *Trabajos de Arqueologia Navarra*, 19, 269-292. https://www.culturanavarra.es/uploads/files/07_TAN19_Parent.pdf

Parent G. 2010 : Étude de l'activité minière antique dans la région de la vallée de Baïgorry (Pyrénées-Atlantiques). Bilan provisoire, *Aquitania*, 26, 7-19. https://doi.org/10.3406/aquit.2010.932

Parent G. 2021 : Banca. Le site minier antique de Mehatze, in : *Bilan scientifique régional de la région Nouvelle-Aquitaine 2018*, Bordeaux, DRAC Nouvelle-Aquitaine, 344-345.

Parent G. et Duren A. 2019 : Banca. Col de Mehatze, in : *Bilan scientifique régional de la région Nouvelle-Aquitaine 2017*, Bordeaux, DRAC Nouvelle-Aquitaine, 351-352.

Parent G., Duren A. et Larre F. 2016 : Le site minier antique de Mehatze, *Trabajos de Arqueologia Navarra*, 28, 157-196.

Parent G., Duren A. et Larre F. 2018 : Le site minier antique de Mehatze (Banca/Valcarlos), *Archéologie des Pyrénées Occidentales et des Landes*, 31, 13-30.

Parisot-Sillon C. et Sarah G. 2018 : Production monétaire et stratégies d'approvisionnement de l'argent en Occident nord-méditerranéen (IIe-Ier siècle av. n. è.), in : Rico C. et Orejas A. éd. : *Los metales preciosos: de la extracción a la acuñación (Antigüedad-Edad Media)*, Mélanges de la Casa de Velázquez 48 (1), Madrid, 137-163. https://doi.org/10.4000/mcv.8250

Passelac M. 2002 : Les agglomérations de la voie d'Aquitaine, in : Pailler J.-M. éd. : *Tolosa. Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, coll. De l'École Française de Rome, Toulouse, 345-355.

Péré-Noguès S. 2007 : Les Celtes et le mercenariat en Occident (IVe et IIIe s. av. n. è.), in : Mennessier-Jouannet C., Adam A.-M. et Milcent P.-Y. éd. : *La Gaule dans son contexte européen aux IVe et IIIe s. av. n. è., Actes du XXVIIe colloque international de l'AFEAF, Clermont-Ferrand, 29 mai-1er juin 2003*, MAM, Lattes, 353-361.

Perrin F. 2006 : La hiérarchie sociale en Gaule à la fin de l'âge du Fer, entre histoire et archéologie. Un état de la question, in : Haselgrove C. éd. : *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'Histoire. Les mutations de la fin de l'âge du Fer*, Bibracte 12/4, Glux-en-Glenne, 155-168.

Py M. 2009 : *Lattara. Lattes, Hérault. Comptoir gaulois méditerranéen entre Etrusques, Grecs et Romains*, Paris.

Py M. 2012 : *Les Gaulois du Midi de la fin de l'âge du Bronze à la Conquête romaine*, Paris.

Py V. 2015 : Aulus-les-Bains. Mines des Argentières, Pic des Argentières, pâture communale de Coumebière, Lacore, Bois des Plagnolles, Bois du Girentouziets. Prospection inventaire, *Bilan Scientifique Régional Midi-Pyrénées*, 2013, 33-34.

Py V., Ancel B., Métailié J.-P., Baron S. et Cunill R. 2013 : *Prospection inventaire n° 388 Commune d'Aulus-les-Bains (Ariège)*, SRA Midi-Pyrénées.

Py-Saragaglia V., Cunill Artigas R., Métailié J.-P., Ancel B., Baron S., Paradis-Grenouillet S., Lerigoleur E., Badache N., Barcet H. et Galop D. 2017 : Late Holocene history of woodland dynamics and wood use in an ancient mining area of the Pyrenees (Ariège, France), *Quaternary International*, 458, 141-157. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.01.012

Rafel Fontanals N., Soriano I., Armada X.-L., Hunt Ortiz M. et Montero-Ruiz I. 2019 : Lead and copper mining in Priorat county (Tarragona, Spain): from cooperative exchange networks to colonial trade (2600-500 BC), in : Armada X.-L., Murillo-Barroso M. et Charlton M. éd. : *Metals, minds and mobility: Integrating scientific data with archaeological theory*, Oxford, 147-158.

Rafel N., Armada X.-L., Belarte C., Fairén S., Gasull P., Graells R., Morell N., Pérez A. et Villalba P. 2008 : El área minerometalúrgica del Baix Priorat (Tarragona) en la protohistoria. Explotación y redes de intercambio, *Revista d'arqueologia de Ponent*, 18, 245-269. http://hdl.handle.net/10459.1/48019

Ramin J. 1977 : *La technique minière et métallurgique des Anciens*, Latomus 153 Bruxelles.

Rancoule G. 1985 : Observations sur la diffusion des importations italiques dans l'Aude aux IIe et Ier siècles avant J.-C, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 263-275. https://doi.org/10.3406/ran.1985.1268

Rancoule G. et Schwaller M. 1994 : Apports ou influences continentales en Languedoc occidental. Recensement, chronologie et réflexions, *Aquitania*, 11, 223-235. https://doi.org/10.3406/aquit.1994.1132

Rancoule G. et Solier Y. 1977 : Les mines antiques des Corbières audoises, in : *Mines et mineurs en Languedoc-Roussillon et régions voisines de l'Antiquité à nos jours*, Montpellier, 23-39.

Réchin F. 2013 : Transferts de technologie en Aquitaine méridionale à la fin du second Âge du Fer et au début de l'époque romaine. L'exemple des céramiques communes, in : Callegarin L. et Gorgues A. éd. : *Les transferts de technologie au premier millénaire av. J.-C. dans le sud-ouest de l'Europe*, Mélanges de la Casa de Velázquez, nouvelle série 43 (1), Madrid, 141-172. https://doi.org/10.4000/mcv.4869

Renzi M. 2013 : *La Fonteta (Guardamar del Segura, Alicante) y la metalurgia fenicia de época arcaica en la península Ibérica*, thèse de doctorat, université Complutense de Madrid, Facultad de Geografía e Historia. https://eprints.ucm.es/id/eprint/20078/

Ricci M. 1973 : Per una cronologia delle lucerne tardo-republicane, *Revue d'études ligures*, XXXIXe année-n° 2-4, 168-234.

Rico C. 1997 : *Pyrénées romaines. Essai sur un pays de frontière (IIIe s. av. J. C.-IVe s. ap. J. C.)*, Madrid.

Rico C. 2005 : Vingt ans de recherches sur les mines et les métallurgies romaines en péninsule Ibérique (1985-2004), *Pallas*, 67, 217-239.

Rico C. 2010 : Sociétés et entrepreneurs miniers italiques en Hispanie à la fin de l'époque républicaine. Une comparaison entre les districts de Carthagène et de Sierra Morena, *Pallas*, 82, 395-415. https://doi.org/10.4000/pallas.12966

Rico C. 2011 : Réflexions sur le commerce d'exportation des métaux à l'époque romaine. La logique du stockage, in : Arce J. et Goffaux B. éd. : *Horrea d'Hispanie et de la Méditerranée romaine*, coll. de la Casa de Velázquez, Madrid, 41-64.

Rico C. 2016 : Le domaine des Forges : au cœur d'une région sidérurgique, in : Fabre J.M., Domergue C. et Dabosi F. éd. : *Le fer romain de la Montagne Noire. Martys 2 : les débuts. 25 années de recherches pluridisciplinaires (1988-2013)*, Suppl. RAN 43, Montpellier, 253-282.

Rico C. et Domergue C. 2016 : El comercio de los metales en el Mediterráneo occidental en la época romana a través de los hallazgos subacuáticos. Estado actual de la investigación, in : *Actas del V Congreso Internacional de Arqueología Subacuática (IKUWA V). Un patrimonio para la humanidad. Cartagena, 15-18 de octubre de 2014*, Madrid, 590-609.

Robert J.-F. 1982 : *Les minéralisations barytiques du front nord du Massif de l'Arize*, BRGM.

Rolland J. 2021 : *Le verre de l'Europe celtique. Approches archéométriques, technologiques et sociales d'un artisanat de prestige au second âge du Fer*, Leiden.

Roman D. et Roman Y. 1997 : *Histoire de la Gaule : VIe siècle av. J.-C.-Ier siècle ap. J.-C.*, Paris.

Roman Y. 1991 : L'intervention romaine de 154 av. J.-C. en Gaule transalpine : essai d'analyse, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 24, 35-38. https://doi.org/10.3406/ran.1991.1378

Rosell J., Garrido J. L., Viñals J., Bártulos V., Vinyoles J., Ortiz X., Mingueza P., Masons G. et Biobi F. 2014 : *Rocabruna i el seu entorn. La mina de les Ferreres*, Barcelone. https://issuu.com/rosellminerals/docs/rocabruna-final-lr

Rosenthal P., Morin D., Herbach R., Photiades A., Delpech S., Jacquemot D. et Fadin L. 2013 : Mining technologies at deep level in Antiquity: The Laurion mines (Attica, Greece), in : Anreiter P., Brandstätter K., Goldenberg G., Hanke K., Leitner W., Nicolussi K., Oeggl K., Pernicka E., Schaffer V., Stöllner T., Tomedi G. et Tropper P. éd. : *Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies.* Proceedings for the 2nd Mining in European History Conference of the FZ HiMAT 7-10 novembre 2012, Innsbruck, 89-95.

Sablayrolles R. 1989 : L'administration des mines de fer en Gaule romaine, in : Domergue C. éd. : *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, Madrid, 157-162.

Sablayrolles R. 1992 : Les dieux des bûcherons dans les Pyrénées à l'époque de la domination romaine, in : Métailié J.-P. éd. : *Protoindustries et histoire des forêts, Actes du colloque de Loubières (Ariège), 10-13 octobre 1990*, Les Cahiers de l'ISARD 3, Toulouse, 15-26.

Sablayrolles R. 1996 : Introduction, in : Maissant C. et Escudé-Quillet J.-M. éd. : *L'Ariège*, CAG/09, Paris, 35-68.

Sablayrolles R. 2002 : Les limites de la cité de Toulouse, in : Pailler J.-M. éd. : *Tolosa. Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, coll. de l'École Française de Rome, Toulouse, 307-326.

Sablayrolles R. 2009 : Les chemins de Pompée, in : *Espaces et sociétés à l'époque romaine : entre Garonne et Ebre, Actes de la table*

ronde de Pau 26-27 janvier 2007, Archéologie des Pyrénées occidentales et des Landes hors-série 4, Pau, 39-53.

Sablayrolles R. et Beyrie A. 2006 : *Le Comminges (Haute-Garonne)*, CAG 31/2, Paris.

Sanchez C. 2009a : Production et consommation des céramiques communes de la colonie romaine de Narbonne (IIe av. n. è./ V^e^ ap. n. è.), in : Pasqualini M. éd. : *Les céramiques communes d'Italie et de Narbonnaise : structures de production, typologies et contextes inédits, IIe s. av. J.-C.-IIIe s ap. J.-C.*, Naples, 471-492. https://doi.org/10.4000/books.pcjb.4848

Sanchez C. 2009b : *Narbonne à l'époque tardo-républicaine. Chronologies, commerce et artisanat céramique*, Suppl. RAN 38, Montpellier.

Sánchez-Palencia F. J., Orejas A., Sastre I. et Pérez L. C. 2006 : Las zonas mineras romanas del Noroeste peninsular. Infraestructura y organización del territorio, in : Moreno Gallo I. éd. : *Nuevos elementos de ingeniería romana: III congreso de las obras públicas romanas*, León, 265-285.

Schenck-David J.-L. 2005 : *L'archéologie de trois sanctuaires des Pyrénées centrales*, Pirénéica, 1, Cahors.

Schwaller M., Marchand G., Lejars T., Orliac D., Rapin A. et Sanmarti E. 2001 : Échanges, influences, productions dans la nécropole du deuxième âge du Fer d'Ensérune (Hérault), *Documents d'archéologie méridionale,* 24, 173-184. https://doi.org/10.4000/dam.1078

Séguier J.-M. 1987 : Un habitat de hauteur du Second âge du Fer : la Tour d'Opio, *Dossiers Histoire et Archéologie*, 120, 25.

Séjalon P., Fauduet I., Lebeaupin D. et Odenhardt-Donvez I. 2008 : Lattara et l'Étrurie : nouvelles données sur l'installation d'un comptoir vers 500 av. J.-C, *Gallia*, 65, 45-64. https://doi.org/10.3406/galia.2008.3330

Serrano García J. A. 2010 : Análisis del contexto minero romano en la zona oriental de Sierra Morena y la *Societas Castulonensis*: estudio de los fondos del museo arqueológico de Linares y provincial de Jaén, in : Gutiérrez Soler L. M. éd. : *Minería antigua en Sierra Morena*, Jaén, 187-212.

Shepherd R. 1993 : *Ancient Mining*, Londres.

Simonnet R. 1970 : Habitat et fonderie protohistoriques à Carbon, Commune de Varilhes, *Gallia Préhistoire*, 13-1, 151-216. https://doi.org/10.3406/galip.1970.1356

Simonnet R., Pailhès C., Claeys L., Lagarde A., Sébastien M. et Pédoussat D. 2008 : *Ariège*, Paris.

Sireix C. 2013 : L'agglomération artisanale de Lacoste à Mouliets-et-Villemartin (Gironde), in : Colin A. et Verdin F. éd. : *L'âge du Fer en Aquitaine et sur ses marges. Mobilité des hommes, diffusion des idées, circulation des biens dans l'espace européen à l'âge du Fer*, Suppl. Aquitania 30, Bordeaux, 103-146.

Soricelli G. 1994 : Lo sfruttamento minerario della Gallia Transalpina tra il II secolo A.C. ed il I secolo D.C., *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei – Rendiconti*, ser. IX-V-fasc. 2, 215-245.

Stöllner T. 2003 : Mining and economy: a discussion of spatial organisations and structures of early raw material exploitation, in : Stöllner T., Körlin G., Steffens G. et Cierny J. éd. : *Man and mining, studies in honour of Gerd Weisgerber*, Der Anschnitt 16, Bochum, 415-446.

Stöllner T. 2012 : Mining and Elites: A Paradigm Beyond the Evidence in : European Metal Ages, in : Kienlin T. L. et Zimmermann A. éd. : *Beyond Elites. Alternatives to hierarchical Systems in Modelling Social Formations*, Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 215, Bonn, 433-448.

Stöllner T. 2015a : Humans approach to resources: Old World mining between technological innovations, social change and economical structures. A key-note lecture, in : Hauptmann A. et Modarressi-Tehrani D. éd. : *Archaeometallurgy in Europe III*, Der Anschnitt 26, Bochum, 63-82.

Stöllner T. 2015b : Mineral Resources and Connectivity in the Mediterranean and its Hinterland, in : Lichtenberger A. et von Rüden C. éd. : *Multiple Mediterranean Realities. Current Approaches to Spaces, Resources, and Connectivities*, Paderborn, 121-148.

Téreygeol F. 2007 : La poursuite des recherches sur Castel-Minier : un haut lieu de la production d'argent, de plomb et de fer !, *La Mémoire du Garbet*, 32, 10-17.

Téreygeol F. 2023 : Les entrées de mine en escalier : une spécificité ibérique médiévale et moderne ?, in : Meunier E., Fabre J.-M., Hiriart E., Mauné S. et Tamas C. G. éd. : *Mines et métallurgies anciennes. Mélanges en hommage à Béatrice Cauuet*, DAN@ 9, Pessac, 321-325.

Téreygeol F., Flament J. et Gauthier J. 2016 : De l'argent, du cuivre, du plomb et du fer ! Le pragmatisme industriel de Castel-Minier (XIIIe-XVIe s.), *La Mémoire du Garbet*, 50, 16-23.

Thollard P. 2009 : *La Gaule selon Strabon : du texte à l'archéologie*, Bibliothèque d'Archéologie Méditerranéenne et Africaine 2, Paris.

Toledo I Mur A., Vacca-Goutoulli M. et Milor F. 2005 : Une mine d'or protohistorique : Le Puy des Angles aux Angles-sur-Corrèze (Corrèze), *Gallia*, 62, 171-214. https://doi.org/10.3406/galia.2005.3069

Troisplis L. 1995 : *Le Haut-Salat et le Castillonais oriental de l'Age du Fer à l'Antiquité tardive. Inventaire archéologique*, mémoire de maîtrise, université de Toulouse Le Mirail.

Tylecote R. F. 1979 : *A History of Metallurgy*, London, The Metal Society.

Ugalde T. 2010 : Máquinas de elevación de agua en la minería romana. El ejemplo de los pozos de la mina de Belbio (Irún), in : Fundación de la Ingeniería Técnica de Obras Públicas éd. : *Las técnicas y las construcciones en la ingeniería romana, V Congreso de las Obras Públicas Romanas*, Cordoue, 327-345.

Ulrich 1908 : *Travaux effectués par M. G. Lacroix pour justifier sa demande en concession déposée le 12 juillet 1906. Rapport de l'Ingénieur des Mines à Toulouse le 5 février 1908*, BRGM.

Urteaga Artigas M. 2012 : La minería romana en Gipuzkoa y el distrito de *Oiasso* (Irún), in : Orejas A. et Rico C. éd. : *Minería y metalurgia antiguas. Visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, coll. de la Casa de Velázquez 128, Madrid, 201-218. https://books.openedition.org/cvz/17489

Urteaga M. 1997 : Minería romana en Guipuzkoa, in : *1er Coloquio Internacional sobre la Romanización en Euskal Herria*, Isturitz 8, Saint-Sébastien, 491-515.

Urteaga M. 2014 : Minería romana en el Cantábrico Oriental, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 24, 267-300. https://doi.org/10.30827/cpag.v24i0.4095

Urteaga M. et Ugalde T. 1986 : Indicios de minería romana en Guipúzcoa. El coto minero de Arditurri. Oyarzun, *Munibe (Antropología y arqueología)*, 38, 107-117.

Vernhet A. 1986 : Centre de production de Millau. Atelier de la Graufesenque, in : Bémont C. et Jacob J.-P. éd. : *La terre sigillée gallo-romaine. Lieux de production du Haut-Empire : implantations, produits, relations*, DAF 6, Paris, 96-103.

Vernou C. et Berthault F. 2005 : Les débuts de la viticulture en Aquitaine, in : *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque Julio-Claudienne. Organisation et exploitation des espaces provinciaux*, Suppl. Aquitania 13, Bordeaux, 365-392.

Verrier G. 2017 : Le quartier Saint-Roch, in : Provost M. et Pailler J. M. éd. : *Toulouse*, CAG 31/3, Paris, 103-164.

Vialaron C. 2016 : *La mine gauloise de la Rodde d'Ally*, Yssingeaux.

Vidal C. 1997 : *Aigues-Juntes, Allieres, Alzen, Cadarcet, Durban-sur-Arize, La Bastide-de-Serou, Larbon, Montagagne, Montels, Montseron, Nescus et Sentenac-de-Serou*. Rapport de prospection inventaire, SRA Midi-Pyrénees.

Vidal M. 1987 : Etat de la recherche protohistorique en Midi-Pyrénées, *Dossiers Histoire et Archéologie*, 120, 18-21.

Williams R. A. 2014 : Linking Bronze Age copper smelting slags from Pentrwyn on the Great Orme to ore and metal, *Historical Metallurgy*, 47-1, 93-110. https://hmsjournal.org/index.php/home/article/view/113/110

L'exploitation minière dans le sud-ouest de la Gaule entre le second âge du Fer et la période romaine

Le district à cuivre argentifère de l'Arize dans son contexte régional

est un livre numérique en libre accès.

Retrouvez l'ensemble des données de l'ouvrage sur

https://nakala.fr/u/collections/10.34847/nkl.7cfdmn0z

et sa bibliographie Zotero ici :

https://www.zotero.org/unaeditions/library

Collection DAN@ d'Ausonius Éditions

Version html et pdf sur https://una-editions.fr

CC BY SA

una l'édition en libre accès

L'exploitation des ressources minières est une activité qui a été pratiquée dans tous les massifs montagneux du sud-ouest de la Gaule (Pyrénées, Corbières, Montagne noire) à toutes les périodes. Cet ouvrage propose une synthèse sur les exploitations du second âge du Fer et de la période romaine, pour lesquelles les données ont été largement renouvelées depuis le début des années 2000. Après une présentation d'ensemble des sites miniers et métallurgiques connus dans la région, le cas du district à cuivre argentifère du front nord du massif de l'Arize est abordé plus spécifiquement, avec un exposé des résultats de terrain. Ces travaux ont conduit à mettre en évidence un démarrage de l'activité dès la période des IVe et IIIe s. a.C., selon les dates radiocarbone calibrées obtenues dans les chantiers miniers. Cette phase d'exploitation, jusqu'alors totalement inédite pour ce district, fait écho à des résultats similaires obtenus dans d'autres mines de la région et peut être mise en relation avec le développement économique généralisé observé à l'échelle de l'Europe celtique au IIIe s. a.C. Ces résultats conduisent à nuancer l'importance de la phase d'exploitation tardo-républicaine et l'impact de la prise en main romaine de la région sur la production minière locale. Ces éléments sont repris dans une discussion générale mettant en perspective les données régionales et celles d'autres sites connus, en Gaule ou en péninsule Ibérique, pour ces chronologies. Les données de l'archéologie minière sont alors mises en relation avec celles dont on dispose sur les contextes archéologiques et historiques. Cela contribue à identifier les dynamiques à l'œuvre dans l'évolution des exploitations minières du sud-ouest de la Gaule et à mieux comprendre les modalités de la transition entre le monde du second âge du Fer et l'Empire romain.

The exploitation of mining resources has been practised in all the mountainous massifs of south-western Gaul (Pyrenees, Corbières, Montagne Noire) at all periods. This book offers a synthesis about the mines of the Second Iron Age and the Roman period, for which the data has been largely renewed since the beginning of the year 2000's. After a general presentation of the mining and metallurgical sites known in the region, the case of the argentiferous copper district of the northern front of the Arize Montains is discussed more specifically, with an account of the field results. This work led to the identification of the beginning of the activity between the 4th and 3rd centuries BC, according to the calibrated radiocarbon dates obtained from the mines. This phase of exploitation, hitherto totally unknown for this district, echoes similar results obtained in other mines in the region and can be related to the widespread economic development observed throughout Celtic Europe in the 3rd century BC. These results lead to reconsider the importance of the late-Republican exploitation phase and the impact of the Roman takeover of the region on local mining production. These elements are taken up in a general discussion that gives an overview of the regional data compared to other known sites, in Gaul or the Iberian Peninsula, for the same chronologies. The data from mining archaeology is then related with the data available from the archaeological and historical contexts. This contributes to identify the dynamics at work in the evolution of mining in south-west Gaul and to better understand the modalities of the transition between the Second Iron Age world and the Roman Empire.

Cette publication a été financée par la DRAC Occitanie, le département de l'Ariège et les donateurs de l'association Archéologie et Matériaux de l'Occident Romain.

Ausonius Éditions, Collection DAN@ 10 ; ISSN 2741-1508 ; Pessac • EAN imprimé 9782356134981

L'exploitation minière dans le sud-ouest de la Gaule

est un livre numérique en libre accès contenant des annexes et une bibliographie Zotero.

Ne peut être vendu.
À retrouver sur https://una-editions.fr